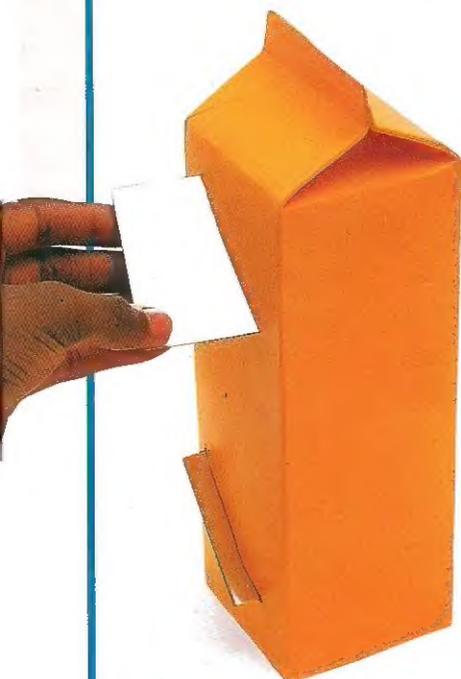
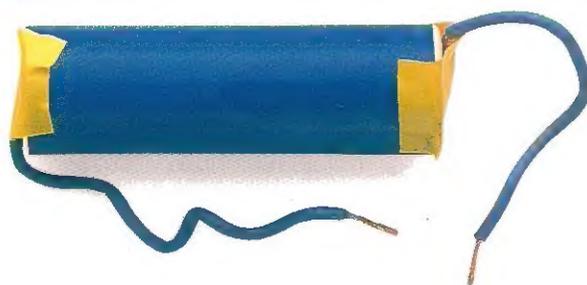




# التجارب الأساسية الميسرة

## العلوم

دليل الخطوة خطوة إلى مئة تجربة وتجربة

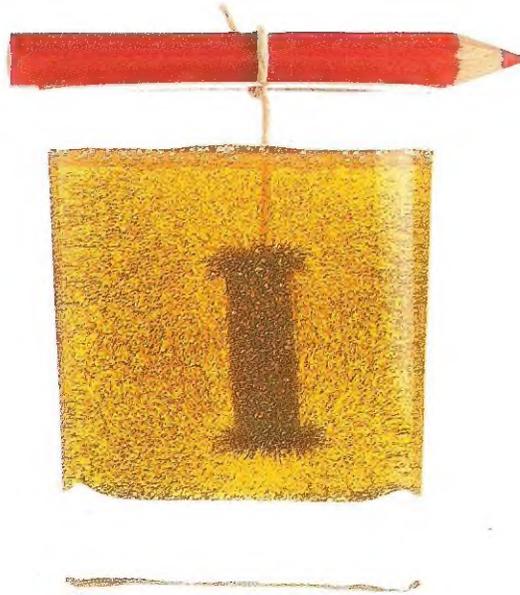


مكتبة لبنان ناشرون



التَّجَارِبُ الْأَسَاسِيَّةُ الْمَيَّسَّرَةُ

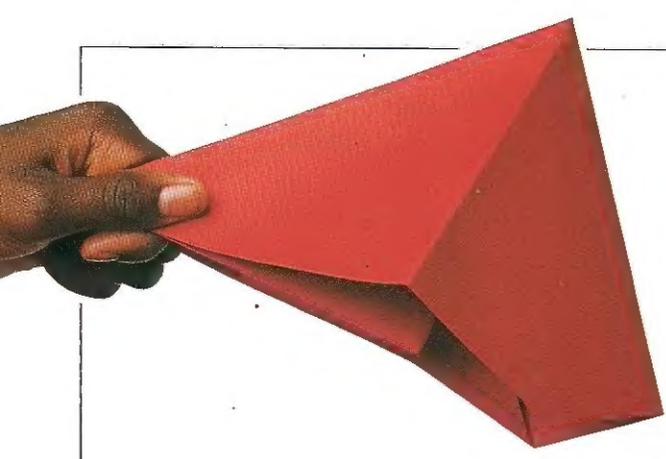
الْعُلُومُ



مَكْتَبَةُ لِبْنَانِ نَاشِرُونَ







التَّجَارِبُ  
الْأَسَاسِيَّةُ الْمَيَّسَّرَةُ

# العُلُومُ

إِعْدَادُ  
الدَّكْتُورِ الْبَيْرِ مُطَّلِقٍ



مَكْتَبَةُ لِبْنَانِ نَاشِرُونَ



# المحتويات

## الهواء والغازات

| الصفحة | التجربة                |
|--------|------------------------|
| ٧      | ١ الهواء السّاحق       |
| ٧      | ٢ ختم من هواء          |
| ٨      | ٣ زين الهواء           |
| ٩      | ٤ إكتشف غازات الهواء   |
| ١٠     | ٥ شكّل غازًا           |
| ١١     | ٦ فجّر بركائًا         |
| ١٢     | ٧ طير جناحًا           |
| ١٣     | ٨ أطلق بالونًا نفّاثًا |
| ١٤     | ٩ قسّ الرياح           |

## الماء والسوائل

|    |                              |
|----|------------------------------|
| ١٧ | ١٠ أغرق أشياء وعمومها!       |
| ١٨ | ١١ إختبر الطّفو              |
| ١٩ | ١٢ أصدِرْ إلى العوّاص أوامرك |
| ٢٠ | ١٣ فجّر بركائًا تحت الماء    |
| ٢١ | ١٤ السّوائل تطفو وتغرق       |
| ٢٢ | ١٥ هل تتمزج السّوائل؟        |
| ٢٢ | ١٦ إختبر سيّلان السّوائل     |
| ٢٣ | ١٧ فُتِح في الماء            |
| ٢٣ | ١٨ هوابط وصواعد              |
| ٢٤ | ١٩ قسّ المطر                 |
| ٢٥ | ٢٠ هل الماء صلّب؟            |
| ٢٦ | ٢١ أطلق زورقًا سريعًا        |
| ٢٧ | ٢٢ هل رأيت الثّبات يشرب؟     |

## ساخن وبارد

|    |                             |
|----|-----------------------------|
| ٢٩ | ٢٣ إصنّع ميزان حرارة بسيطًا |
| ٣٠ | ٢٤ حرّزات متسابقة           |
| ٣٠ | ٢٥ انتقال الحرارة           |
| ٣١ | ٢٦ طير مُتطاد هواء ساخن     |
| ٣٢ | ٢٧ أخزّن الحرارة            |
| ٣٣ | ٢٨ قاوم النّار              |
| ٣٤ | ٢٩ أشطّر الجليد             |
| ٣٥ | ٣٠ أعجّد الجيلاتيني بنفسك   |

## الضوء

|    |                         |
|----|-------------------------|
| ٣٧ | ٣١ العبّ بالظلال        |
| ٣٨ | ٣٢ أنظر ما وراء الزوايا |
| ٤٠ | ٣٣ إصنّع كليدوسكوبًا    |

دورلينغ كندريلي

مكتبة لسانات ناشيونال

نشر مكتبة لسانات ناشيونال

بالتعاون مع شركة دورلينغ كندريلي

حقوق الطبع © دورلينغ كندريلي ليمتد، لندن - الطبعة الإنكليزية

حقوق الطبع © مكتبة لسانات ناشيونال - الطبعة العربية

بجميع الحقوق محفوظة : لا يجوز نشر أي جزء من هذا الكتاب أو تصويره  
أو تخزينه أو تسجيله بأي وسيلة دون موافقة خطية من الناشر.

مكتبة لسانات ناشيونال

صندوق البريد: ٩٢٣٢-١١

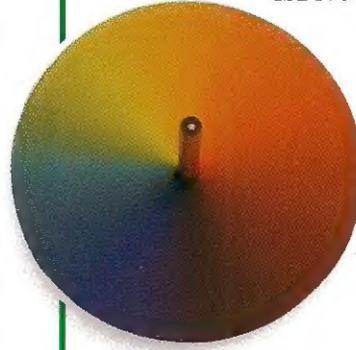
بيروت - لسانات

وكلاء وموزعون في جميع أنحاء العالم

الطبعة الثانية: ٢٠٠٨

طبع في لسانات

ISBN 978-9953-86-459-4



كنّ عالمًا حريصًا على السلامة

دائمًا اتبع خطوات التجربة بحرص .

كنّ حريصًا، وخاصةً عند تناولك الأجسام الثقيلة والزجاج  
والمقصّات والسكاكين والكبريت والشموع والبطاريات .

إياك أن تشم الأشياء أو أن تضعها في أذنيك أو فمك أو قريبًا من  
عينيك إلا إذا أشار الكتاب عليك بذلك .

إياك أن تلعب بالمفاتيح الكهربائية والمآخذ والمكثبات الكهربائية .

إحرص بعد كلّ تجربة على أن تنظف المكان وترتبه .

هذه العلامة تعني أن عليك أن تتخذ حيلة بالغة في أثناء تنفيذ  
خطوة العمل . عليك أن تسأل راشدًا أن يعينك .

|    |                          |    |
|----|--------------------------|----|
| ٨٢ | إِعْزَفْ عَلَى مِزْمَارٍ | ٧١ |
| ٨٣ | أُنْفِخْ فِي بوقٍ        | ٧٢ |
| ٨٤ | إِصْنَعْ بَانْجُو        | ٧٣ |

## المغانط

|    |   |    |
|----|---|----|
| ٨٧ | حَيَّةٌ رَقَاصَةٌ وَبَيَّادَةٌ طَيَّارَةٌ | ٧٤ |
| ٨٨ | سَبَاقٌ بِالْمِغْنَطِيسِ                  | ٧٥ |
| ٨٩ | إِصْنَعْ سَيَّارَةً مِغْنَطِيسِيَّةً      | ٧٦ |
| ٩٠ | إِسْتَكْشِفْ مَجَالًا مِغْنَطِيسِيًّا     | ٧٧ |
| ٩١ | إِفْصَلْ خَلِيطًا                         | ٧٨ |
| ٩٢ | رَكِّبْ بَوْصَلَةً                        | ٧٩ |
| ٩٣ | إِعْمَلْ مِغْنَطِيسًا كِهْرِبَائِيًّا     | ٨٠ |
| ٩٤ | إِصْنَعْ أَرَاظِمًا                       | ٨١ |

## الكهرباء

|     |   |    |
|-----|---|----|
| ٩٧  | أَحْدِثْ بَرْقًا                            | ٨٢ |
| ٩٧  | إِلْوِ الْمَاءِ                             | ٨٣ |
| ٩٨  | الْقَمْرُ مَعَ الْكِهْرِبَاءِ               | ٨٤ |
| ٩٩  | لَوِّحْ بَعْضًا عَجِيبَةً                   | ٨٥ |
| ١٠٠ | إِصْنَعْ كَاشِفَ شِخْنَاتٍ كِهْرِبَائِيَّةً | ٨٦ |
| ١٠٢ | إِئِنْ دَارَةَ كِهْرِبَائِيَّةً             | ٨٧ |
| ١٠٤ | فَحْصِ الْكِهْرِبَاءِ                       | ٨٨ |
| ١٠٥ | إِصْنَعْ بَطَّارِيَّةً                      | ٨٩ |
| ١٠٦ | إِئِنْ دَوَّارَةَ طَيُورٍ                   | ٩٠ |

## الحركة والمكينات

|     |                             |     |
|-----|-----------------------------|-----|
| ١٠٩ | إِصْنَعْ عَرَبِيَّةً يَدَ   | ٩١  |
| ١١٠ | إِصْنَعْ مِقْيَاسَ قُوَّةٍ  | ٩٢  |
| ١١١ | إِصْنَعْ مِكْشِطَةً         | ٩٣  |
| ١١١ | اِخْتَبَارَ الْاِحْتِكَاكِ  | ٩٤  |
| ١١٢ | تَحْرُكْ دَائِرِيًّا        | ٩٥  |
| ١١٢ | شَغِّلِ الثَّرْسَ           | ٩٦  |
| ١١٣ | إِصْنَعْ مَكِينَةَ آلِيَّةً | ٩٧  |
| ١١٤ | إِصْنَعْ مَرُوحَةً          | ٩٨  |
| ١١٦ | إِئِنْ نَاعُورَةً           | ٩٩  |
| ١١٨ | مَاءٌ يَرْفَعُ الْأَحْمَالَ | ١٠٠ |
| ١١٩ | إِئِنْ مَرْفَاعًا           | ١٠١ |
| ١٢٠ | مَسْرَدٌ (كَشَافٌ)          |     |



|    |                                |    |
|----|--------------------------------|----|
| ٤١ | الوَاحِدُ تَرَاهُ اثْنَيْنِ!   | ٣٤ |
| ٤٢ | رَكِّبْ مِصْبَاحَكَ بِتَفْسِكِ | ٣٥ |
| ٤٤ | بَيْتٌ تَسْكُنُهُ الْأَشْبَاحُ | ٣٦ |
| ٤٦ | رَكِّبْ كَامِيرًا              | ٣٧ |
| ٤٧ | صُورٌ ضَوْئِيَّةٌ              | ٣٨ |

## الألوان

|    |                                    |    |
|----|------------------------------------|----|
| ٤٩ | إِعْمَلْ قَوْسَ قَرَحٍ             | ٣٩ |
| ٥٠ | عُرُوبٌ مِصْنُوعٌ                  | ٤٠ |
| ٥١ | إِكْتَشِفْ أَلْوَانًا خَفِيَّةً    | ٤١ |
| ٥٢ | أُمْرِجْ أَلْوَانًا                | ٤٢ |
| ٥٣ | دَوِّمِ أَلْوَانًا                 | ٤٣ |
| ٥٣ | تَغْيِرِ الْأَلْوَانَ              | ٤٤ |
| ٥٤ | اِخْتَبَارٌ بِالْأَلْوَانِ         | ٤٥ |
| ٥٥ | أَكْتُبْ بِحَبْرٍ غَيْرِ مَرْمِيٍّ | ٤٦ |
| ٥٦ | إِطْبِخْ أَشْكَالًا فَرِيدَةً      | ٤٧ |
| ٥٧ | أَلْوَانٌ مِنْ حَيْثُ لَا تُدْرِي  | ٤٨ |

## النمو

|    |  |    |
|----|--|----|
| ٥٩ | إِكْتَشِفْ مَا تَحْتَاجُ إِلَيْهِ الْبُزُورُ | ٤٩ |
| ٦٠ | رَاقِبِ الثَّبَاتِ يَنْمُو                   | ٥٠ |
| ٦١ | مَتَاهَةُ نَبَاتِيَّةً                       | ٥١ |
| ٦٢ | إِزْرَعْ نَبْتَةً                            | ٥٢ |
| ٦٢ | نَبَاتٌ يُطْلِقُ فُقَاعَاتٍ                  | ٥٣ |
| ٦٣ | إِخْتِيارُ غِذَاءِ الثَّبَاتِ                | ٥٤ |
| ٦٤ | حَدِيقَةٌ فِي دَوْرَقٍ                       | ٥٥ |

## الحواس

|    |  |    |
|----|--|----|
| ٦٧ | أَنْظُرْ كَيْفَ تَعْمَلُ أذْنَاكَ        | ٥٦ |
| ٦٨ | إِعْرِفْ عَيْنِيكَ                       | ٥٧ |
| ٦٩ | صُورَتَانِ فِي صُورَةٍ                   | ٥٨ |
| ٧٠ | إِصْنَعْ كَاشِفَ ذُبْدَبَةٍ              | ٥٩ |
| ٧١ | عَيِّرْ مَسَارَ الصَّوْتِ إِلَى أذْنِيكَ | ٦٠ |
| ٧١ | خَرِيطَةٌ لِسَانِكَ                      | ٦١ |
| ٧٢ | إِخْتِيارُ حَاسَّةٍ لَمْسِكَ             | ٦٢ |
| ٧٣ | إِخْتِيارُ رَدِّ فِعْلِكَ                | ٦٣ |

## أصوات وموسيقى

|    |                                |    |
|----|--------------------------------|----|
| ٧٥ | مِشَاهِدٌ صَوْتِيَّةٌ          | ٦٤ |
| ٧٦ | إِصْنَعْ مَسْدَسًا صَوْتِيًّا  | ٦٥ |
| ٧٧ | كَلِمَاتٌ تُنْظَمُ بِالْخَيْطِ | ٦٦ |
| ٧٨ | صَوْتٌ مُرْتَدٌّ               | ٦٧ |
| ٧٩ | إِصْنَعْ فُقَاعَةً وَرَقِيَّةً | ٦٨ |
| ٨٠ | ذُقْ طَبُولًا                  | ٦٩ |
| ٨٢ | إِعْزَفْ لِحْنًا               | ٧٠ |

# الهواء والغازات

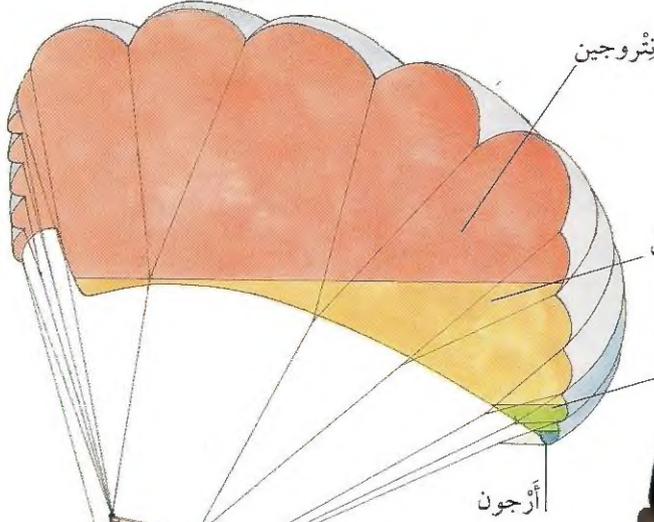
يُحيط بنا الهواء من كلِّ جانبٍ . لكن لا نكادُ نشعرُ في الغالبِ بوجوده . نحن لا نراه ، ولا نحسُّ به إلا إذا هبَّ قوياً ، أي كان ريحاً . لكننا نتنفسُ الهواءَ طوالَ الوقتِ . من غيرهِ لا حياةٌ للإنسانِ أو الحيوانِ أو النباتاتِ . الهواءُ ضروريٌّ لاحتراقِ الوقودِ وتشغيلِ العديدِ مِنَ المكيناتِ . الطائرةُ تحتاجُ إليه في طيرانها . يتركَّبُ الهواءُ من غازاتٍ - وهي موادُّ تتمدَّدُ فتملأُ الفراغُ الذي حولها أيّاً كان شكله .

سند هوائي  
مفتاح الدراجة يضحُّ الهواءُ إلى داخلِ العجلة . والهواءُ يدفعُ جذرانَ العجلةِ إلى الخارجِ . ويكونُ دفعُهُ مِنَ القوَّةِ بحيثُ يحمِلُ وزنَ كلا الدراجةِ والدراج .



بالونات طائرة

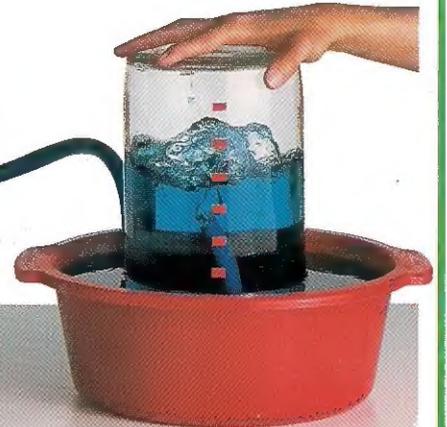
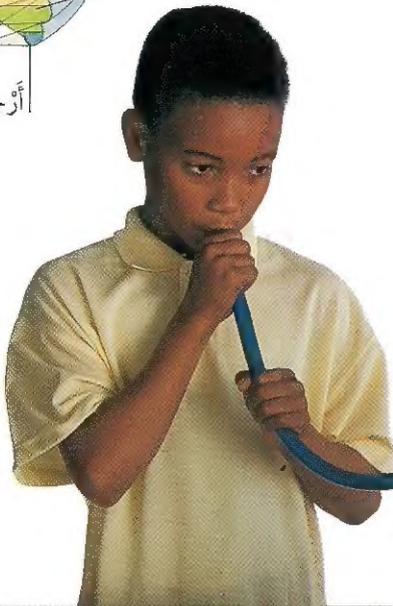
تحتوي هذه البالونات على غاز الهليوم . والهليوم أخفُّ مِنَ الهواءِ ، لذا يرتفعُ حاملاً معه البالونات .



هبوط من عل

إذ يفيز المظلي ، فإن مقاومة الهواء تجعل مظلته تهبط إلى الأرض ببطء وأمان . يتركَّبُ الهواءُ من غازين رئيسيين ، هما النثروجين والأكسجين ، ومن كمِّيَّة ضئيلة من عددٍ مِنَ الغازات الأخرى .

نفس عميق  
عندما تأخذُ نفساً يدخلُ الهواءُ إلى رئتيك . تستطيعُ أن تعرفَ مقدارَ ما تستوعبه رئتاك من هواءٍ . خذُ نفساً عميقاً ثمَّ استخدمِ أنبوباً لتنفخَ في إناءِ ماءٍ مقلوبٍ . الهواءُ من رئتيك يدفعُ الماءَ مخرجاً إياه مِنَ الإناءِ .



# ١ الهَوَاءُ السَّاحِقُ

ما نَحْتَأُجُ إِلَيْهِ:



طاس



قارورة  
بلاستيكيَّة



ماء ساخن  
وماء بارد



قَمْع



مُكْعَبَاتُ ثَلْجٍ  
(جَلِيد)

لَتَعَجَّ قَارورَةٌ بِلَاسْتِيكِيَّةٍ دونَ أَنْ تَلْمِسَهَا! الهَوَاءُ يَقومُ بِالْمُهَمَّةِ عِنْتُكَ. لا تَشْعُرُ بِالْهَوَاءِ، لَكِنَّهُ يَضْعُطُ على كُلِّ سَطْحٍ. وَنُسَمِّي ذلِكَ «ضَعَطُ الهَوَاءِ».

٣ القارورةُ تَنْخَسِفُ! فَإِذَا يَبْرُدُ الهَوَاءُ الدَّافِئُ دَاخِلَ القارورةِ، يَخْفُضُ ضَعَطَهُ،

وَيُصْبِحُ ضَعَطُ الهَوَاءِ الخَارِجِيِّ أَقْوَى وَيَسْحَقُ القارورةَ.



٢ أَعْلِقِ القارورةَ بِغَطَائِهَا وَابْطَحْهَا فِي الطَّاسِ. صَبِّ فَوْقَهَا

ماءً بارِداً ومُكْعَبَاتِ ثَلْجٍ. ثَمَّ أَوْقِفْهَا.



١ أَوْقِبِ القارورةَ عَمودِيًّا فِي طَّاسٍ.

صَبِّ فِيهَا ماءً ساخِناً، وَاتْرِكْهَا وَقْتًا قَصِيْرًا.



# ٢ خَتَمٌ مِنَ هَوَاءٍ

ما نَحْتَأُجُ إِلَيْهِ:



ماء

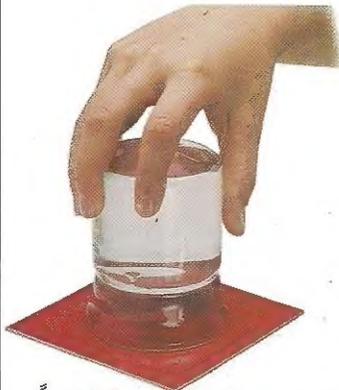


كوب رُجَاجِي



بِطَاقَةٌ رَقِيْقَةٌ

لَتَمْنَعِ انْصِبابَ المَاءِ مِنَ كُوبٍ مَقْلُوبٍ. يُمَكِّنُ أَنْ تَلْتَصِقَ بِمُفْتَحَةِ الكُوبِ بِطَاقَةٌ تَسُدُّهَا، وَكَأَنَّ فِي الأَمْرِ سِحْرًا! ضَعَطُ الهَوَاءِ يَشُدُّ البِطَاقَةَ عُلُوًّا إِلَى الكُوبِ. وَيَكُونُ الضَّعَطُ مِنَ القُوَّةِ بِحَيْثُ يَمْنَعُ وَزْنَ المَاءِ مِنَ تَرَعِ البِطَاقَةِ.



٣ إقْلِبِ الكُوبَ، وَأَنْتِ لا تَزَالُ مُمَسِّكًا بِالبِطَاقَةِ، رَأْسًا على عَقَبِ. أَتْرِكِ البِطَاقَةَ. المَاءُ يَبْقَى فِي الكُوبِ!



٢ ضَعِ البِطَاقَةَ فَوْقَ مُفْتَحَةِ الكُوبِ بِحَيْثُ تَلَامِسُ حَافَتَهُ كُلَّهَا.

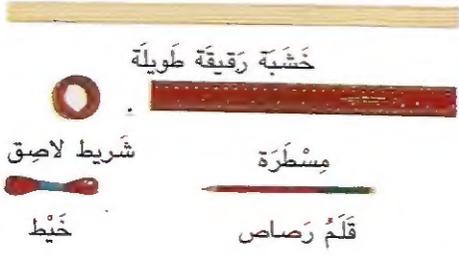


يَتَّبَعِي أَلَا يَكُونُ فِي حَافَةِ الكُوبِ كُسُورٌ.

١ إزْفِعِ الكُوبَ فَوْقَ مَعْسَلَةٍ أَوْ حَوْضٍ. صَبِّ فِيهِ شَيْئًا مِنَ المَاءِ.

## ٣ زِينِ الْهَوَاءِ

ما نَحْتَاجُ إِلَيْهِ:

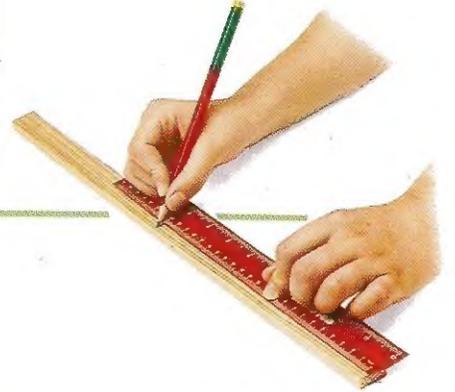


عندما يَكُونُ الشَّيْءُ خَفِيفًا جِدًّا ، يَقُولُ النَّاسُ « إِنَّهُ فِي خَفَّةِ الْهَوَاءِ » . لَكِنَّ الْهَوَاءَ لَيْسَ خَفِيفًا أَبَدًا . قُمْ بِالتَّجْرِبَةِ التَّالِيَةِ لِتُثَبِتَ أَنَّ الْهَوَاءَ فِي الْوَاقِعِ ثَقِيلٌ جِدًّا .

٣ أُرْبِطِ الْخَيْطَ فِي مُتَّصِفِ الرِّبَاطِ الْمَطاطِي .

٢ اَعْرِضْ دَبُوسَ رَسْمٍ فِي كُلِّ مِنْ جَانِبَيْ عَلامَةِ الْوَسْطِ .

١ اسْتَخْدِمِ الْمِسْطَرَةَ لِتَعْيِينَ وَسْطِ الْخَشَبَةِ . عَلِّمْ ذَلِكَ الْمَوْضِعَ .



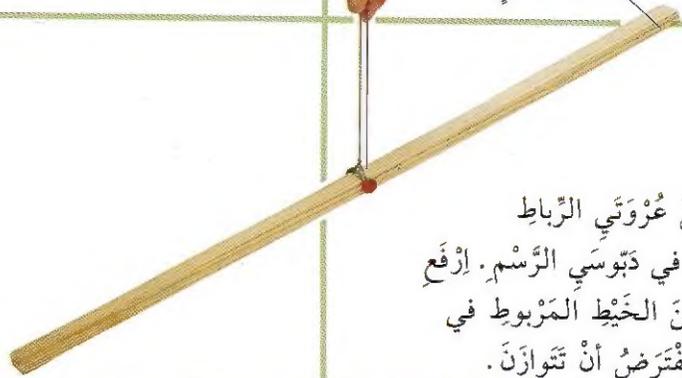
ثَبَّتْ عُقُقَ الْبَالُونِ فِي ظَرْفِ الْخَشَبَةِ .

إذا لم تَتَوَازَنِ الْخَشَبَةُ ، ثَبَّتْ فِي الظَّرْفِ الْأَعْلَى مِنْهَا مَعْجُونَةَ تَشْكِيلٍ .



٥ أَلصِقْ أَحَدَ الْبَالُونَيْنِ إِلَى ظَرْفِ مِنْ ظَرْفِي الْخَشَبَةِ .

٤ أَدْخِلْ عُرْوَتِي الرِّبَاطِ الْمَطاطِي فِي دَبُوسِ الرِّسْمِ . ارْفَعْ الْخَشَبَةَ مِنَ الْخَيْطِ الْمَرْبُوطِ فِي وَسْطِهَا . يُفْتَرَضُ أَنْ تَتَوَازَنَ .



٦ أَلصِقِ الْبَالُونِ الثَّانِي إِلَى الظَّرْفِ الْآخَرَ مِنَ الْخَشَبَةِ .

تَأَكَّدْ مِنْ أَنَّهَا لَا تَزَالُ مُتَوَازِنَةً . ثُمَّ انزِعْ أَحَدَ الْبَالُونَيْنِ وَانْفُخْهُ .



إذا لم تَتَوَازَنِ الْخَشَبَةُ أَرخْ أَحَدَ الْبَالُونَيْنِ .



## قَشَّةُ شُرْبٍ (شَفَاطة)

إِذَا اسْتَحَدَمْتَ فِي شُرْبِكَ قَشَّةً ، فَإِنَّ  
وَزْنَ الْهَوَاءِ يُعِينُكَ . الْهَوَاءُ الَّذِي  
فَوْقَ الشَّرَابِ يَضَعُظُّ عَلَى سَطْحِ  
السَّائِلِ . وَإِذْ تَشْفِظُ ، يَدْفَعُ السَّائِلَ  
عَبْرَ القَشَّةِ صُعْدًا إِلَى فَمِكَ .



٧ إَعْقِدْ عُقْنَ الْبَالُونِ  
الْمَنْفُوحِ ، وَعَلِّقْهُ فِي  
مَوْضِعِهِ السَّابِقِ مِنْ  
الْحَشْبَةِ . الْبَالُونُ يُفْقِدُ  
الْحَشْبَةَ تَوَازُنَهَا .

## ٤ اِكْتَشِفْ غَازَاتِ الْهَوَاءِ

ما نَحْتَاجُ إِلَيْهِ:



طَاسٌ وَحَامِلٌ شَمْعَةٍ



إِنَاءٌ رُجَاجِيٌّ



مَاءٌ مَلُونٌ



شَمْعَةٌ

أَطْفِئِ شَمْعَةً دُونَ أَنْ تَنْفُخَ عَلَيْهَا أَوْ أَنْ تَلْمَسَهَا .  
عِنْدَمَا تَقُومُ بِهَذِهِ التَّجْرِبَةِ تَرَى أَنَّ الْهَوَاءَ مَزِيجٌ مِنْ  
غَازَاتٍ غَيْرِ مَرِيئَةٍ . لِأَحَدِ هَذِهِ الْغَازَاتِ أَهْمِيَّةٌ بِالْعَدَّةِ .  
إِنَّهُ الْأُكْسِجِينُ ، وَهُوَ يُسْتَهْلَكُ عِنْدَمَا تَحْتَرِقُ الْأَشْيَاءُ  
وَتُنْتِجُ طَاقَةً .



الْلَّهَبُ يَسْتَهْلِكُ  
غَازَ الْأُكْسِجِينِ  
الَّذِي فِي الْإِنَاءِ .  
يَرْتَفِعُ الْمَاءُ فِي  
الْإِنَاءِ لِيَحُلَّ مَحَلَّ  
الْأُكْسِجِينِ الْمُسْتَهْلَكِ .  
الْغَازُ الْمُبْتَقِي  
فِي الْإِنَاءِ  
هُوَ غَازُ  
التَّارُوجِينِ .

٢ اسْتَعِينْ بِرَاشِدٍ لِيُشْعِلَ لَكَ الشَّمْعَةَ .  
ثُمَّ رَكِّزِ الْإِنَاءَ فَوْقَهَا ، وَانْتَرِكْهَا .

١ ثَبَّتِ الشَّمْعَةَ فِي حَامِلِهَا ، وَرَكِّزْهُمَا  
فِي الطَّاسِ ، ثُمَّ صَبَّ الْمَاءَ فِي الطَّاسِ .

٣ فِي أَوَّلِ الْأَمْرِ ، يَرْتَفِعُ مُسْتَوَى الْمَاءِ  
فِي الْإِنَاءِ ، ثُمَّ يَنْظِفِي اللَّهَبَ فَجْأَةً !

## الْهَوَاءُ وَالطَّاقَةُ

تَسْتَمِدُّ سَيَّارَةُ السَّبَاقِ هَذِهِ طَاقَتَهَا مِنَ الْبَنْزِينِ الَّذِي يَحْتَرِقُ فِي مُحَرِّكِهَا . الْوَقُودُ  
الْمُحْتَرِقُ يَزِيدُنَا بِمُعْظَمِ مَا نَحْتَاجُ إِلَيْهِ مِنْ طَاقَةٍ لِلتَّنْفِيقَةِ وَتَشْغِيلِ الْمَكِينَاتِ . عَمَلِيَّةُ  
الْإِحْتِرَاقِ هَذِهِ  
تَسْتَحْدِمُ الْأُكْسِجِينِ  
الَّذِي يَكُونُ فِي  
الْهَوَاءِ حَوْلَنَا .



# ٥ شَكْلُ غَازًا

ما نَحْتَأُجُ إِلَيْهِ:



قَارورَةٌ ضَيْقَةُ العُنُقِ

بَالُون

بِيكْرِبُونَاتِ الصُّودَا

خَلٌّ

أَنْفُخْ بِالوَنَا دُونَ أَنْ تَنْفُخَهُ بِفَمِكَ أَوْ بِمِنْفَاخٍ! تَسْتَطِيعُ أَنْ تَفْعَلَ ذَلِكَ إِذَا أَنْتَ شَكَّلْتَ غَازًا وَأَدْخَلْتَهُ فِي بَالُونٍ. الْغَازُ هُوَ ثَانِي أُكْسِيدِ الْكَرْبُونِ. وَهُوَ الْغَازُ نَفْسُهُ الَّذِي يُشَكِّلُ الْفُقَاعَاتِ فِي مَاءِ الصُّودَا وَالْأَشْرَبِيَّةِ الْفَوَّارَةِ.

١ اِمْلَأْ نَحْوَ رُبْعِ الْقَارورَةِ الضَيْقَةِ العُنُقِ بِالخَلِّ.



٢ اسْتَخْدِمِ القِمْعَ لِتَمْلَأَ البَالُونِ بِمَسْحوقِ بِيكْرِبُونَاتِ الصُّودَا.



٣ أَدْخُلْ عُنُقَ الْقَارورَةِ فِي فُتْحَةِ

البالونِ .  
إِحْرَصْ عَلَى  
أَلَّا تُسْقِطَ  
بِيكْرِبُونَاتِ  
الصُّودَا مِنْ  
البالونِ .



٤ اِزْفَعْ البَالُونِ لِإِثْرَالِ بِيكْرِبُونَاتِ الصُّودَا فِي الْقَارورَةِ. يَأْخُذُ الخَلُّ بِالْقَوْرَانِ، وَيَبْدَأُ البَالُونُ بِالِانْتِفَاخِ بِبُظْءٍ.

مع اَزْدِيَادِ الْغَازِ يَزْدَادُ ضَعْفُهُ فَيَتَمَدَّدُ البَالُونُ.



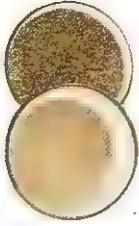
يَتَفَاعَلُ الخَلُّ مَعَ بِيكْرِبُونَاتِ الصُّودَا، فَتَشَكَّلُ فُقَاعَاتُ غَازِ ثَانِي أُكْسِيدِ الْكَرْبُونِ.

الشَّرَابِ الْفَوَّارِ  
خُصَّ قَارورَةَ شَرَابِ فَوَّارٍ، ثُمَّ حُلِّ غِطَاءُهَا. الشَّرَابُ يَفُورُ مِنَ الْقَارورَةِ! فغَازُ ثَانِي أُكْسِيدِ الْكَرْبُونِ مَحْلُولٌ فِي مَاءِ الشَّرَابِ، وَمَحْفُوظٌ فِي الْقَارورَةِ مَضْمُوعًا. إِذَا حَلَّتْ الغِطَاءُ خَفَّ الضَّغْطُ وَانْدَفَعَ الْغَازُ خَارِجًا مِنَ الْقَارورَةِ.



# ٦ فَجْرُ بُرْكَانًا

ما نحتاج إليه:



بيكربونات  
الصودا

قارورة بلاستيكية صغيرة



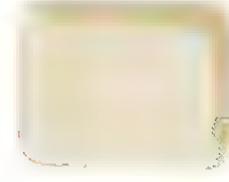
ملون طعام أحمر



خل



قمع



صحن كبير أو صينية

رمل وحصى

إن بُرْكَانًا مُصَغَّرًا - ثم اجعله يتفجّر! ستستطيع أن تُشكّل « حُمَمًا بُرْكَانِيَّةً » تسيلُ على جوانبه. على الرُّغم من أن الحُمَمَ ليست حَقِيقَةً فَبُرْكَانَكَ المُصَغَّرُ يَعْمَلُ كَالْبُرْكَانِ الحَقِيقِيِّ.

١ أضيف إلى الخلُ ملونَ طعامٍ أحمر. ذلك يجعلُ « حُمَمَكَ » حمراء، كحُمَمِ البراكينِ الفعليَّةِ.

٢ اِسْتخدِمِ القِمعَ لِيَمَلَأَ القارورةَ إلى نصفِها بِبيكربوناتِ الصودا. ثم أوقفها عموديًّا في وَسَطِ الصَّحنِ.



٣ كَوِّمِ حَوْلَ القارورةِ حَصَى وَرَمَلًا لِيَتَبَيَّنَ البُرْكَانُ. صُبَّ سَرِيعًا في القارورةَ شَيْئًا مِنَ الخَلِّ الأَحْمَرِ، وَأَنْظِرِ البُرْكَانَ يَتَفَجَّرُ!

يَتَشكَّلُ في القارورةِ غَازٌ ثَانِي أكسيدَ الكَرْبُونِ، وَتَتَطَلَّقُ فُقَاعَاتُهُ مُخْرَجَةً مَعَهَا الخَلُّ الأَحْمَرُ.



## جِبَلٌ مُتَفَجِّرٌ

تَبْنِي قِمَمُ البُرْكَانِ وَتَجْوِيفٌ عَمِيقٌ فِي بَاطِنِ الأَرْضِ، تَمْتَدُّ فُتْحَةُ أُنبُويَّةٍ طَوِيلَةٌ. فِي التَّجْوِيفِ صُخُورٌ مُنْصَهَرَةٌ وَغَازَاتٌ شَدِيدَةٌ الحَرَارَةِ. يَحْدُثُ أحيانًا لَمَّا يَتَسَبَّبُ ضَعْفُ الغَازَاتِ فِي رَفْعِ الصُّخُورِ المُنْصَهَرَةِ إِلَى السَّطْحِ عَبْرَ فُتْحَةِ الأُنْبُويَّةِ. وَتَتَفَجَّرُ الصُّخُورُ خَلْتِهَبَةً المُنْصَهَرَةَ، وَهِيَ الَّتِي نُسَمِّيها حَمَمًا، مِنَ البُرْكَانِ وَتَسِيلُ عَلَى جَوَانِبِهِ. وَهَناك تَبْرُدُ وَتَتَصَلَّبُ. وَبِتَرَاكُمِ الحُمَمِ المُتَصَلِّبَةِ تَزْدَادُ البَرَاكِينُ ارْتِفَاعًا.

# ٧ طَيْرُ جَنَاحًا

ما نَحْتَاجُ إِلَيْهِ:

حَيْطٌ قَصِيرٌ

شَرِيطٌ لَاصِقٌ

قَشَّةٌ شُرْبٌ  
(شَفَاطَةٌ)

قَلَمٌ رِصَاصٍ  
مُرُوسٌ



وَرَقَةٌ قَاسِيَةٌ خَفِيفَةٌ



مِقْصٌ



مُجَفِّفٌ شَعْرٍ

الهَوَاءُ الْمُتَحَرِّكُ حَوْلَ أَجْنِحَةِ الطَّيْرِ  
وَالطَّائِرَاتِ يُسَاعِدُهَا عَلَى التَّحْلِيْقِ  
عَالِيًا فِي الْجَوِّ. إِصْنَعْ جَنَاحًا مُصَغَّرًا  
وَطَيِّرْهُ. وَسَتَرَى كَيْفَ أَنَّ الهَوَاءَ  
الْمُتَحَرِّكَ يَحْمِلُ الجَنَاحَ وَيُطَيِّرُهُ.



١ اِطْوِ الوَرَقَةَ. وَلْيَكُنْ  
أَحَدُ جَانِبَيْ الطَّيَّةِ أَصْغَرَ  
قَلِيلًا مِنَ الْجَانِبِ الْآخَرِ.



٢ اِقْلِبِ الوَرَقَةَ. اَلْصِقْ  
ظَرْفَيْهَا مَعًا لِلْحُصُولِ  
عَلَى شَكْلِ جَنَاحٍ.



٣ اسْتَخْدِمِ قَلَمَ الرِّصَاصِ  
لِفَتْحِ ثَقْبَيْنِ فِي الجَنَاحِ،  
الوَاحِدَ فَوْقَ الْآخَرِ.



٤ اذْخِلِ القَشَّةَ فِي  
الثَّقْبَيْنِ. تَبَّتْهَا بِشَرِيْطِ  
لَاصِقٍ ثَقِيْبًا مُحْكَمًا.



٥ اذْخِلِ القَشَّةَ فِي  
الثَّقْبَيْنِ. تَبَّتْهَا بِشَرِيْطِ  
لَاصِقٍ ثَقِيْبًا مُحْكَمًا.



٦ اذْخِلِ الحَيْطَ  
عَبْرَ القَشَّةِ وَازْبِطْهُ  
إِلَى جِسْمٍ ثَابِتٍ.



وَبِتَرَايِدُ سُرْعَةَ الهَوَاءِ  
يَتَنَاقَصُ ضَعْفُهُ.

إِذْ يَمُرُّ الهَوَاءُ فَوْقَ  
الجَنَاحِ تَزْدَادُ سُرْعَتُهُ.

لِلهَوَاءِ السَّاكِنِ تَحْتَ  
الجَنَاحِ ضَعْفٌ أَعْلَى،  
فَيَنْدَفِعُ الجَنَاحُ إِلَى أَعْلَى.

٧ وَجَّهْ هَوَاءَ مُجَفِّفِ الشَّعْرِ إِلَى الجَنَاحِ،  
فَيَرْتَفِعْ عَلَى الحَيْطِ. إِنَّهُ لَشَيْءٌ مُدْهِشٌ!



وَجَّهْ الهَوَاءَ فَوْقَ قِمَّةِ  
الجَنَاحِ الْمُثَنَّبِيَّةِ.



بَاعِدْ بَيْنَهُمَا!  
اَلْصِقْ حَيْطًا قَطْنِيًّا إِلَى كُلِّ مِنْ كُرْتَيْ تَنِيْسٍ طَاوِلَةٍ،  
وَعَلِّقْهُمَا مُتَبَاعِدَتَيْنِ نَحْوَ ١٥ سَم. اُنْفِخْ بَيْنَهُمَا.  
سَتَرَى أَنَّ الهَوَاءَ الْمَتَفَوِّخَ لَا يُبَاعِدُ بَيْنَهُمَا بَلْ يُقَرِّبُ  
الوَاحِدَةَ مِنَ الْآخَرِي. فَالْهَوَاءُ، فِي تَحْرُكِهِ، يَقِلُّ  
ضَعْفُهُ. وَتَنْجَهُ الكُرْتَانِ صَوْبَ الضَّعْفِ  
الْأَقْلِّ، فَتَتَقَارَبَانِ.

# ٨ أَطْلِقْ بِالونًا نَفْثًا

ما نَحْتَاجُ إليه:



مِنْفَاحُ بِالونِ

قَشَّةُ شُرْبٍ (شَفَاطَةَ)



بَالون

خَيْطٌ

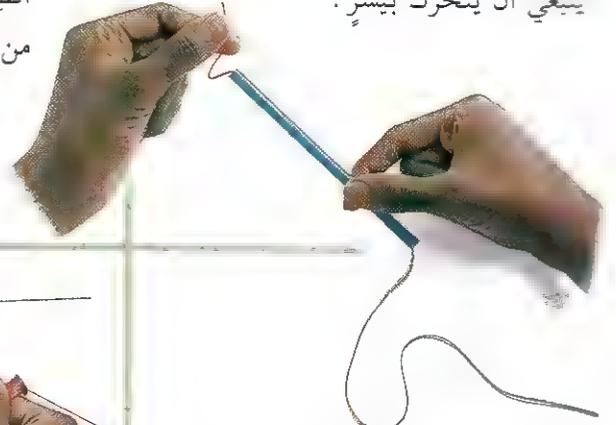


شَرِيطٌ لِاصِيقِ

تَصِيرُ الطَّائِرَاتُ حَوْلَ العَالَمِ بِسُرْعَةٍ كَبِيرَةٍ. إِنَّ لَهَا مَحَرَّكَاتٍ نَفْثَةً تُؤَلِّدُ دَفْقًا هَوَائِيًّا قَوِيًّا يَدْفَعُ الطَّائِرَاتِ فِي الجَوِّ. أَرْنَا كَيْفَ يَعمَلُ المَحَرِّكُ نَفْثَاتُ من خِلالِ تَجْرِبَةِ البَالونِ الطَّائِرِ فِي العُرْفَةِ.

١ أَدْخِلِ الخَيْطَ عِبرَ القَشَّةِ.

يَتَّبِعِي أَنْ يَتَحَرَّكَ بِسُرِّير.



٢ مَدِّ الخَيْطَ عِبرَ العُرْفَةِ.

أَلصِّقْ عِلى القَشَّةِ قِطْعَتَيْنِ

من شَرِيطِ لِاصِيقِ.



إِخْرِصْ عِلى أَنْ يَكُونَ الخَيْطُ مَشْدودًا.

٣ اُنْفُخِ البَالونَ. إِسْمِكِ

العُنُقَ، وَصِلِ البَالونَ

بِالقَشَّةِ.



يَجِبُ أَلَّا يَتَسَرَّبَ مِنَ البَالونِ هَوَاءٌ.

## إِنطِلاق سَرِيع

السَّيَّارَاتُ الأَسْرَعُ فِي العَالَمِ وَالطَّائِرَاتُ السَّرِيعَةُ مَزُودَةٌ بِمَحَرَّكَاتٍ نَفْثَةٍ.

المَحَرِّكُ النَفْثَاتُ يَمْتَصُّ الهَوَاءَ عِبرَ فُتْحَتِهِ الأَمَامِيَّةِ، وَيُسَخِّنُهُ بِوقودِ مُحْتَرِقِ.

ثُمَّ يُرْسِلُ الهَوَاءَ السَّاخِنَ مُنْدَفِعًا عِبرَ فُتْحَتِهِ الخَلْفِيَّةِ. ذَلِكَ يَدْفَعُ الطَّائِرَةَ أَوِ السَّيَّارَةَ إِلَى الأَمَامِ بِسُرْعَةٍ كَبِيرَةٍ.



٤ أَقْلِبِ البَالونَ، فَيَنْدَفِعُ عِلى

طولِ الخَيْطِ بِسُرْعَةٍ كَبِيرَةٍ!

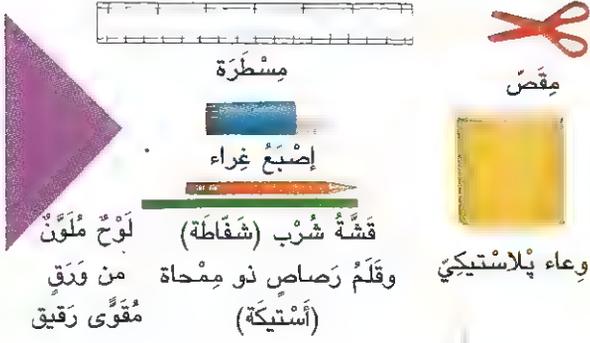


تَفْقُ مِنَ الهَوَاءِ يَنْدَفِعُ من فُتْحَةِ العُنُقِ وَيَدْفَعُ البَالونَ إِلَى الأَمَامِ.



# ٩ قِس الرِّيح

ما نَحْتَاجُ إليه:



نَبَوسَ رَسْمٍ  
مَعْجُونٌ تَشْكِيلٍ

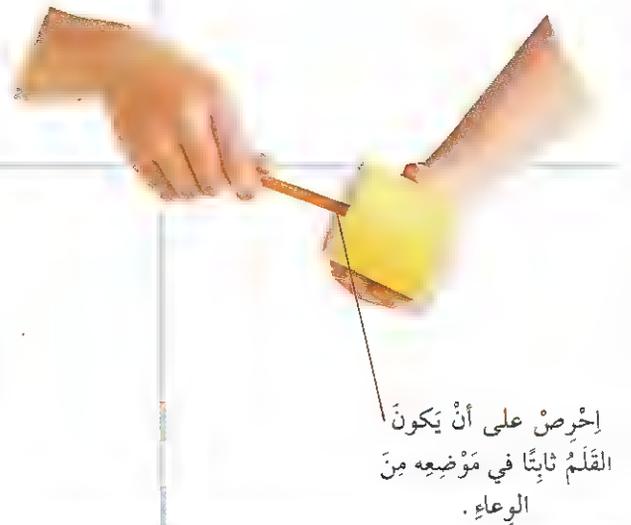
أنتَ تَشْعُرُ بِالرِّيحِ ، لكنَّ أَتَسْتَطِيعُ أَنْ تَعْرِفَ مِنْ أَيْنَ تَهَبُّ ؟ إنَّ مَعْرِفَةَ ذَلِكَ ضَرُورِيَّةٌ ، لأنَّ تَغْيِيرَ اتِّجَاهِ الرِّيحِ يُؤَثِّرُ فِي الطَّقْسِ . اصْنَعِ دَوَّارَةَ رِيحٍ لِتَعْرِفَ مِنْ أَيْنَ تَهَبُّ .

١ افْتَحْ بِقَلَمِ الرِّصَاصِ ثَقْبًا فِي وَسْطِ الوِعَاءِ . ثمَّ ادْخُلْ ظَرْفَ قَلَمِ الرِّصَاصِ المَرُوسِ فِي الثَّقْبِ .

٢ ارْسُمْ عَلَى الوَرَقِ المَقْوَى أَرْبَعَةَ مُثَلَّثَاتٍ صَغِيرَةٍ وَمُثَلَّثَيْنِ كَبِيرَيْنِ . فَصِّلْهُمَا بِنَائٍ مُسْتَحْدِمًا مِقْصَافًا .



عَلِّمِ المُثَلَّثَاتِ قَبْلَ تَفْصِيلِهَا بِمِسْطَرَّةٍ وَقَلَمِ رِصَاصٍ .



إِحْرِصْ عَلَى أَنْ يَكُونَ القَلَمُ ثَابِتًا فِي مَوْضِعِهِ مِنَ الوِعَاءِ .

٤ اِعْمَلْ شَقًّا قَصِيرًا فِي كُلِّ مِنْ ظَرْفِي القَشَّةِ . ادْخُلِ المُثَلَّثَيْنِ الكَبِيرَيْنِ فِي الشَّقَّيْنِ لِتَعْمَلَ مَوْشَرًّا سَهْمِيَّ الشَّكْلِ . هَذَا تُسَمِّيهِ « دَوَّارَةَ » .



ادْخُلْ رَأْسَ أَحَدِ المُثَلَّثَيْنِ فِي القَشَّةِ لِتَعْمَلَ مِنْهُ دَوَّارَةَ الرِّيحِ .

ادْخُلْ قَاعِدَةَ المُثَلَّثِ الأُخَرَ فِي القَشَّةِ لِتَعْمَلَ مِنْهُ مَوْشَرَّ الدَّوَّارَةِ .

٣ غَرِّ كَلًّا مِنَ المُثَلَّثَاتِ الأَرْبَعَةِ إِلَى الوِعَاءِ پِلَاسْتِيكِي . انظُرْ إِلَى الصُّورَةِ لِتَعْرِفَ مَوَاضِعَهَا . هَذِهِ تُرِي اتِّجَاهَ الرِّيحِ .



المُثَلَّثَاتُ تُشِيرُ إِلَى الخَارِجِ فِي اتِّجَاهَاتٍ أَرْبَعَةٍ .

٥ اَعْرِضْ دَبُوسَ الرَّسْمِ فِي وَسْطِ الْقَشَّةِ. ثُمَّ اَعْرِضْهُ فِي مِمْحَاةِ قَلَمِ الرَّصَاصِ.



تَأْكُذْ أَنْ الدَّوَّارَةَ تَدُورُ بَيْسَرٍ.

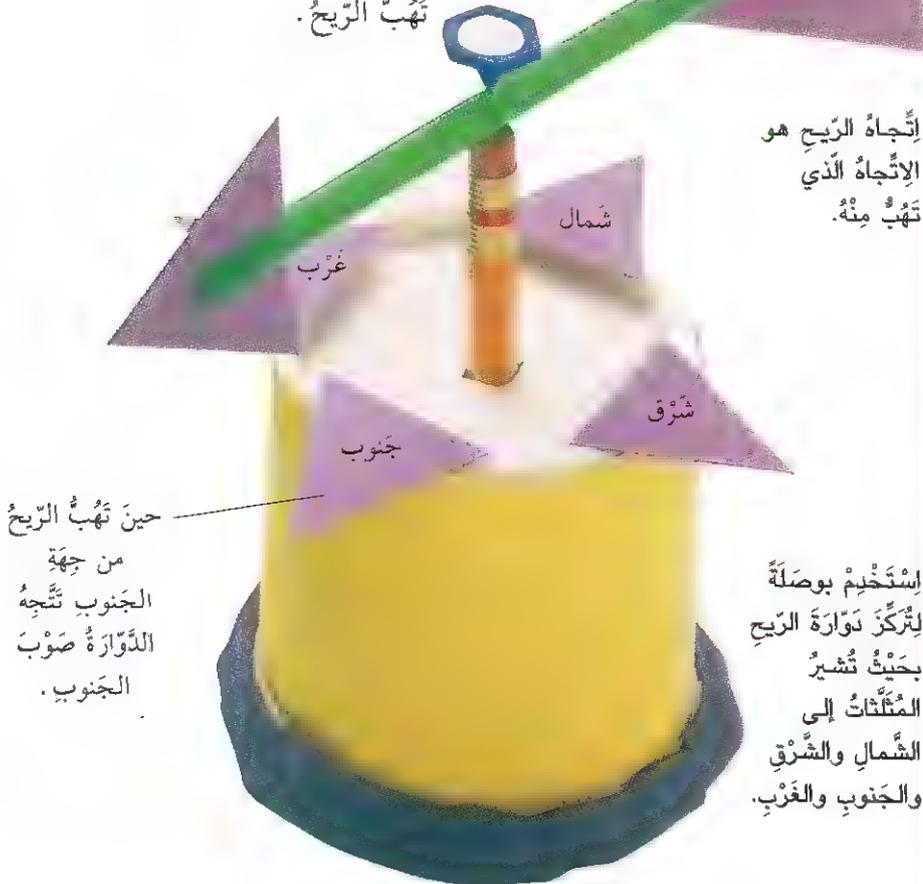
٦ اِعْمَلْ حَلَقَةً مِنْ مَعْجُونِ التَّشْكِيلِ وَاجْسِ عَلَيْهَا الْوِعَاءَ كَبَسًا مُحْكَمًا، فَلَا تَقْتَلِعُهُ الرِّيحُ. دَوَّارَتُكَ صَارَتْ جَاهِزَةً.



اجْسِ الْوِعَاءَ فِي مَعْجُونِ التَّشْكِيلِ كَبَسًا مُحْكَمًا.

مَعْجُونُ التَّشْكِيلِ يَحْفَظُ دَوَّارَةَ الرِّيحِ فِي وَضْعٍ ثَابِتٍ.

٧ ضَعِ دَوَّارَةَ الرِّيحِ فِي الْهَوَاءِ الطَّلُوقِ. تَدُورُ الدَّوَّارَةُ وَتَتَّجِهُ إِلَى حَيْثُ تَهَبُّ الرِّيحُ.



إِتِّجَاهُ الرِّيحِ هُوَ الْإِتِّجَاهُ الَّذِي تَهَبُّ مِنْهُ.

حِينَ تَهَبُّ الرِّيحُ مِنْ جِهَةِ الْجَنُوبِ تَتَّجِهُ الدَّوَّارَةُ صَوْبَ الْجَنُوبِ.

إِسْتِخْدِمْ بَوْصَلَةَ لِتُرَكِّزَ نَوَّارَةَ الرِّيحِ بِحَيْثُ تُشِيرُ الْمَثَلَّثَاتُ إِلَى الشَّمَالِ وَالشَّرْقِ وَالْجَنُوبِ وَالغَرْبِ.

تَدْوِيمٌ فِي الرِّيحِ إِنَّ مِنَ الْمُهِّمِّ أَنْ نَعْرِفَ لَيْسَ فَقَطْ إِتِّجَاهَ الرِّيحِ بَلْ سُرْعَتَهَا أَيْضًا. فَالرِّيحُ ذَاتُ السَّرْعَةِ الْعَالِيَةِ قَدْ تُسَبِّبُ أَضْرَارًا وَقَدْ تُشَكِّلُ خَطَرًا عَلَى السُّفُنِ وَالطَّائِرَاتِ. تُسَمَّى الْآلَةُ الَّتِي تَرَاهَا إِلَى أَسْفَلٍ، مِقْيَاسَ سُرْعَةِ الرِّيحِ. وَهِيَ تَقْيِسُ سُرْعَةَ الرِّيحِ. الرِّيحُ الْمُتَحَرِّكَةُ تَدْفَعُ الْكَاسِينَ فَيَدْوِمَانِ، وَتُظْهِرُ سُرْعَةَ الرِّيحِ عَلَى الْمِقْيَاسِ الْمُدْرَجِ. هُنَاكَ مِقْيَاسٌ يُبَيِّنُ قُوَّةَ الرِّيحِ، وَيَتَرَاوَحُ بَيْنَ الدَّرَجَةِ صَفِيرِ (رِيحٌ هَادِيَةٌ) وَالدَّرَجَةِ ١٢ (إِعْصَارٌ).



الرِّيحُ تُدْوِمُ الْكَاسِينَ.

تُظْهِرُ سُرْعَةَ الرِّيحِ عَلَى قُرْصِ مُدْرَجٍ.

# الماء والسوائل



## ماء الحياة

لا حياة للإنسان والحيوان  
والنبات من غير ماء. الماء  
ضروري ليظل جسدك  
يعمل، فتظل حيا.

الماء نعمة. أنت تسبح في الماء وتمرح.  
قد لا تحب المطر، لكنه ضروري للحياة.  
فهو يزودنا بما نحتاج إليه من ماء لشرب  
ونسقي مزرعاتنا. الماء «سائل»، أي أنه مادة  
سيالة. هنالك سوائل أخرى عديدة. الزيوت،  
ومنها زيت الطعام، من السوائل أيضا. حين تبرد  
السوائل تجمد. يجمد الماء ويتحول إلى جليد.  
تسخين الماء يحوله إلى غاز تسميه «بخار ماء».  
وهذا البخار يختفي في الهواء. عندما يبرد  
بخار الماء يعود فيتحول إلى ماء سائل.



## إنشاء من ماء

رجل الثلج مصنوع من ماء  
جامد! ندف الثلج (كسف  
الثلج) مكونة من بلورات  
جليدية تتشكل في السحب في  
الطقس البارد.



## قوة الماء

قد يغير الماء شكل اليابسة.  
فالموج التي تضرب الشواطئ  
تفتت الصخور. والأمطار  
تجرف التربة  
إلى الأنهار التي  
تجرفها معها.



## عالم من ماء

صورة الكرة الأرضية هذه تري  
المحيطات الزرقاء والسحب البيضاء  
التي تجود بالمطر. البقاع البنية  
الخالية من السحب مناطق صحراوية  
واسعة لا يصبها مطر.



## في جسمنا ماء

في هذه الدلاء  
(الجراديل) من الماء  
بقدر ما في جسم الفتاة  
منه! ما يزيد على  
نصف جسمك ماء.

# ١٠ أَغْرَقْ أَشْيَاءَ وَعَوِّمُهَا!

تَظْفُو السَّفِينَةُ الكَبِيرَةُ عَلَى سَطْحِ المَاءِ، عَلَى الرُّغْمِ مِنْ أَنَّهَا ثَقِيلَةٌ جِدًّا. وَمَعَ ذَلِكَ، فَإِنَّ الكُلَّةَ (البَلْبِيَّةَ)، وَهِيَ جِسْمٌ صَغِيرٌ خَفِيفٌ، تَغْرُقُ! إِنَّ وَزْنَ الجِسْمِ لَا أَهْمِيَّةَ لَهُ. إِنَّ ظَفْوَ جِسْمٍ أَوْ غَرَقَهُ يَتَوَقَّفُ عَلَى كَمِّيَّةِ المَاءِ الَّتِي يَدْفَعُهَا أَوْ يُزِيحُهَا جَانِبًا.



وعاء ماء زجاجي



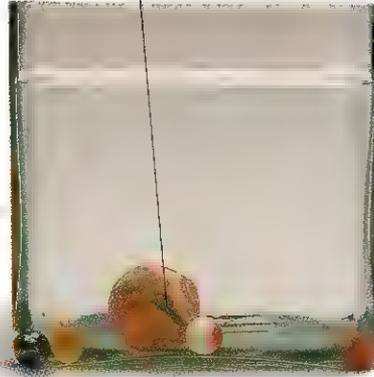
كُلُّ (بَلْبِي)



مَعْجُونٌ تُشَكِّلُ



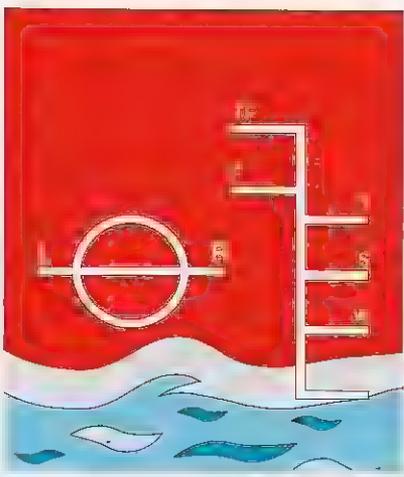
الماء المُرَّاحُ يَدْفَعُ  
الأجسامَ، لَكِنْ لَيْسَ  
بِالقُوَّةِ الَّتِي تُجْعَلُهَا تَظْفُو.



٣ أَخْرِجِ الكُلُّلَ وَكُرَّةَ المَعْجُونِ. اِعْمَلْ مِنْ المَعْجُونِ شَكْلَ قَارِبٍ.

٢ كُرَّةُ المَعْجُونِ تَغْرُقُ أَيْضًا. فَهِيَ كَالكُلُّلِ لَا تُزِيحُ الكَثِيرَ مِنَ المَاءِ.

١ اذْمِ الكُلُّلَ فِي المَاءِ، فَتَرَاهَا تَغْرُقُ إِلَى القَاعِ سَرِيعًا. اِعْمَلْ مِنَ المَعْجُونِ كُرَّةً.



مُسْتَوَى السَّلَامَةِ

السَّفِينَةُ الَّتِي تُحْمَلُ فَوْقَ طَاقَتِهَا تَغْوِصُ فِي المَاءِ كَثِيرًا، وَقَدْ تَغْرُقُ. وَتُوضَعُ عَلَى جَانِبِ السَّفِينَةِ عِلَامَاتٌ تُبَيِّنُ مُسْتَوِيَاتِ التَّحْمِيلِ المَأْمُونَةَ.

الماءُ الإِضَافِيُّ المُرَّاحُ  
يَسْتَدُّ وَزْنَ الكُلُّلِ.



يُزَاحُ جَانِبًا أَكْبَرَ مِنَ المَاءِ. وَهَكَذَا تَزْدَادُ قُوَّةُ الدَّفْعِ وَتَكُونُ كَافِيَةً لِإِسْنَادِ القَارِبِ وَجَعْلِهِ يَظْفُو.



٥ أَضِفْ حُمُولَةً مِنَ الكُلُّلِ. يَغْوِصُ القَارِبُ أَكْثَرَ، لَكِنَّهُ يُزِيحُ مَزِيدًا مِنَ المَاءِ فَيَظَلُّ طَافِيًا.

٤ الْآنَ المَعْجُونُ يَظْفُو! فَالقَارِبُ أَكْبَرُ مِنَ الكُرَّةِ وَيُزِيحُ مَاءً أَكْثَرَ.

# ١١ اخْتَبِرِ الطَّفْوَ

ما نَحْتَاجُ إِلَيْهِ:



صَحْنٌ كَبِيرٌ



مَرْتَبَانِ رُجَاجِي صَغِيرٌ



مَرْتَبَانِ (بِرْطَمَان) رُجَاجِي كَبِيرٌ



إِبْرِيْقُ مَاءٍ



مِيزَانٌ مُطْبَخٌ

يَطْفُو الْجِسْمُ فِي الْمَاءِ إِذَا أَرَاخَ مِنْهُ كَمِيَّةً كَافِيَّةً. لَكِنْ مَا الْكَمِيَّةُ الَّتِي تَكُونُ كَافِيَّةً؟ اِكْتَشِفْ ذَلِكَ بِجَمْعِ الْمَاءِ الْمُرَاخِ وَوَزْنِهِ. سَتَجِدُ أَنَّهُ يَكُونُ دَائِمًا فِي وَزْنِ الْجِسْمِ الطَّافِي.



إِمْلَأِ الْمَرْتَبَانَ حَتَّى حَافِيَةً.

٣ اِرْزُقِ الْمَرْتَبَانَ الْكَبِيرَ وَالصَّحْنَ بِنَاءٍ. ضَعْ الْكِفَّةَ عَلَى الْمِيزَانِ وَأَعِدْ ضَبْطَ إِبْرَتِهِ. صُبِّ فِي الْكِفَّةِ الْمَاءَ الَّذِي تَجْمَعُ فِي الصَّحْنِ.

٢ عَوِّمِ الْمَرْتَبَانَ الصَّغِيرَ عَلَى مَاءِ الْمَرْتَبَانِ الْكَبِيرِ، فَتَنْزَاحُ كَمِيَّةٌ مِنَ الْمَاءِ وَتَسِيلُ فِي الصَّحْنِ. وَزْنُ الْمَرْتَبَانِ الْكَبِيرِ لَا يَتَغَيَّرُ.

١ اِنزِعْ كِفَّةَ الْمِيزَانِ، وَأَعِدْ ضَبْطَهُ بِحَيْثُ تُشِيرُ إِبْرَتُهُ إِلَى الصَّفْرِ. ضَعْ الْمِيزَانَ فِي الصَّحْنِ. رَكِّزِ الْمَرْتَبَانَ الْكَبِيرَ فَوْقَ الْمِيزَانِ وَأَمْلَأْهُ مَاءً. دَوِّنِ الْوَزْنَ.

٤ دَوِّنِ وَزْنَ الْمَاءِ. اِرْزُقِ الْكِفَّةَ وَأَعِدْ ضَبْطَ إِبْرَةِ الْمِيزَانِ.



كما يطفو القارب عندما تطفو يُرِيحُ جَسَدُكَ الْمَاءَ، مَثَلُهُ مَثَلُ أَيِّ جِسْمٍ طَافٍ آخَرَ. وَيَكُونُ الْمَاءُ الْمُرَاخُ فِي وَزْنِ جَسَدِكَ، وَهُوَ يَدْفَعُ جَسَدَكَ وَيَسْتُدُّهُ فَلَا تَغْرُقُ.



٥ زِنِ الْآنَ الْمَرْتَبَانَ الصَّغِيرَ الَّذِي كَانَ طَافِيًا فِي الْمَرْتَبَانِ الْكَبِيرِ. تُلَاحِظُ أَنَّهُ فِي وَزْنِ الْمَاءِ الَّذِي أَرَاخَهُ.

# ١٢ أَصْدِرْ إِلَى الْغَوَاصِ أَوَامِرَكَ

ما نحتاج إليه:



غطاء قلم بلاستيكي



كوب ماء



معجون تشكيل

قارورة بلاستيكية رقيقة شفافة

يَتَلَقَى غَوَاصٌ لُعبَةً أَوَامِرَكَ فَيَغوصُ فِي قارورةِ ماءٍ، ثُمَّ يَعوُدُ فَيَرْتَفِعُ إِلَى السَّطْحِ. إِنَّ غَوَاصَكَ يَعْمَلُ كَمَا تَعْمَلُ الْغَوَاصَاتُ وَسِوَاهَا مِمَّا يَغوصُ فِي أَعْمَاقِ الْبِحَارِ.



فقاعة هواء عالقة في داخل غطاء القلم. وهذا يجعله يطفو.

رأس الغطاء فقط يكون فوق الماء.



إذا كان في غطاء القلم ثقب سده بمعجون تشكيل.

١ إعمل غواصك اللعبة بعزز قطعة صغيرة من معجون تشكيل في غطاء القلم.

٣ إملأ القارورة إلى حافتها ماء. ضع فيها الغواص وأغلقها بالغطاء بإحكام.

٢ ضع الغواص في كوب الماء. زد في المعجون أو أنقص منه إلى أن يطفو رأسه فوق الماء.



٤ اضغط جوانب القارورة. الغواص يغوص إلى القاع!



الماء يدخل غطاء القلم. تصغر الفقاعة، فلا تعود تقوى على حمل الغطاء.

الماء يخرج من غطاء القلم. تعود فقاعة الهواء فتكبر ويطفو الغطاء ثانية.

٥ أفلت القارورة. يعود الغواص الآن ويرتفع.



في الأعماق

هذه المركبة الغواصة تستكشف أعماق المحيطات. إن فيها خزانات مملأ بالماء فتغوص. وحين يراد رفعها إلى السطح يسخن في تلك الخزانات هواء يطرده الماء وترتفع المركبة.

# ١٣ فَجْرُ بُرْكَانًا تَحْتَ الْمَاءِ

ما نحتاج إليه:



أَتَعْلَمُ أَنَّكَ تَسْتَطِيعُ أَنْ تَجْعَلَ مَاءً يَظْفُو فَوْقَ مَاءٍ؟ الْمَاءُ السَّاحِنُ يَرْتَفِعُ دَائِمًا وَيَظْفُو فَوْقَ الْمَاءِ الْبَارِدِ. وَأَنْتَ تَسْتَطِيعُ أَنْ تُرِينَا ذَلِكَ بِأَنْ تَفْجِّرَ تَحْتَ الْمَاءِ «بُرْكَانًا» تَرْتَفِعُ مِنْهُ سَحَابَةٌ مِنَ «الدُّخَانِ».

٣ صَبَّ فِي الْمِرْطَبَانِ الرَّجَاجِي الْكَبِيرِ مَاءً بَارِدًا إِلَى نَحْوِ ثَلَاثَةِ أَرْبَاعِهِ.

٢ اِعْقِدِ الطَّرْفَ الْآخَرَ مِنَ الْخَيْطِ حَوْلَ عُنُقِ الْقَارُورَةِ لَعْمَلِ حَلْقَةٍ تَمْسِكُ بِهَا.

١ اِقْبِذْ قِصَّ قِطْعَةً مِنَ الْخَيْطِ طَوِيلَةً. اِعْقِدْ أَحَدَ طَرَفَيْهَا بِإِحْكَامٍ حَوْلَ عُنُقِ الْقَارُورَةِ.



٥ اِرْزُقِ الْقَارُورَةَ مِنْ حَلْقَةِ الْخَيْطِ. دَلِّهَا بِرَفْقٍ فِي مِرْطَبَانِ الْمَاءِ الْبَارِدِ.

٤ اِمْلَأِ الْقَارُورَةَ بِمَاءٍ سَاخِنٍ. أَضِفْ مِلْوُونُ الطَّعَامِ لِيَكُونَ الْمَاءُ أَحْمَرَ زَاهِيًا.



٦ يَرْتَفِعُ الْمَاءُ الْأَحْمَرُ السَّاحِنُ مِنَ الْقَارُورَةِ كَمَا يَرْتَفِعُ دُخَانٌ مِنْ بُرْكَانٍ مُتَفَجِّرٍ.



حَمَّاتٌ فِي أَعْمَاقِ الْمُحِيطَاتِ فِي قَاعِ الْمُحِيطَاتِ يَنَابِيعُ يَتَفَجَّرُ مِنْهَا مَاءٌ تُسَخِّنُهُ الصُّخُورُ الْمُتْصَهَّرَةُ عَمِيقًا فِي بَاطِنِ الْقِشْرَةِ الْأَرْضِيَّةِ، فَيَرْتَفِعُ إِلَى سَطْحِ الْبَحْرِ. اِكْتَشَفَ الْعَوَاصِمُونَ مَخْلُوقَاتٍ بَحْرِيَّةً غَرِيبَةً تَعِيشُ حَوْلَ يَنَابِيعِ الْمَاءِ السَّاحِنِ تِلْكَ الَّتِي تُسَمِّيهَا حَمَّاتٍ وَوَاحِدَتُهَا حَمَّةٌ.

# ١٤ السَّوَائِلُ تَطْفُو وَتَعْرَقُ

ما نَحْتَاجُ إِلَيْهِ:

السَّوَائِلُ تَطْفُو وَتَعْرَقُ ، مَثَلُهَا فِي ذَلِكَ مَثَلُ الْأَجْسَامِ الصُّلْبَةِ . ذَلِكَ كُلُّهُ يَتَوَقَّفُ عَلَى مَا يُسَمَّى بِ« الْكثَافَةِ » . الْمَادَّةُ الْأَقْلُ كَثَافَةً تَكُونُ أَخْفَ وَزَنًّا مِنْ مَادَّةٍ بِالْحَجْمِ نَفْسِهِ أَشَدَّ كَثَافَةً . لَا يَطْفُو جِسْمٌ أَوْ سَائِلٌ إِلَّا فِي سَائِلٍ أَشَدَّ مِنْهُ كَثَافَةً .

وعاء كبير

زيت نباتي

شراب مركز

ماء ملون

مُخْتَارَاتٌ مِنْ أَجْسَامٍ لِلطَّفْوِ

٣ تَنْفِصِلُ السَّوَائِلُ الثَّلَاثَةُ فِي طَبَقَاتٍ ثَلَاثٍ تَطْفُو الْوَاحِدَةُ مِنْهَا فَوْقَ الْأُخْرَى . الْآنَ أَضِفِ الْأَجْسَامَ الَّتِي تَنْوِي اخْتِبَارَهَا فِي الطَّفْوِ .

٢ صَبَّ عَلَى مَهْلٍ ، فِي الْوِعَاءِ ، الْمَوْقِدَارَ نَفْسَهُ مِنَ الزَّيْتِ النَّبَاتِيِّ . ثُمَّ أَضِفِ الْمَوْقِدَارَ نَفْسَهُ مِنَ الْمَاءِ الْمَلُونِ .

١ صَبَّ مُتَانِيًا شَرَابًا مُرَكِّزًا فِي الْوِعَاءِ إِلَى أَنْ تَمَلَأَ رُبْعَهُ . أَسْهَلُ لَكَ أَنْ تَصُبَّ الشَّرَابَ فَوْقَ قَفَا مِلْعَقَةٍ .



٤ تَطْفُو الْأَجْسَامُ فِي مُسْتَوِيَاتٍ مُخْتَلِفَةٍ . تَعْرُصُ إِلَى أَنْ تَصِلَ إِلَى سَائِلٍ أَشَدَّ مِنْهَا كَثَافَةً ، فَتَطْفُو فَوْقَهُ .

الماء أشد كثافة من الزيت  
لكنه أخف كثافة من  
الشراب المركز .

العنب أشد كثافة من الماء  
لكنها أخف كثافة من  
الشراب المركز .



مِخْبَارُ  
سَوَائِلٍ  
تَصْلُحُ  
قَشَّةُ شُرْبٍ

(شَقَاطَةٌ) ذَاتُ رَأْسٍ مِنْ مَعْجُونٍ تَشْكَيلِي  
أَنْ تَكُونَ أَدَاةً لِقِيَاسِ كَثَافَةِ السَّوَائِلِ ، أَوْ  
« مِكَثَافِ سَوَائِلٍ » . إِنَّ الْمُسْتَوَى الَّذِي  
تَطْفُو فِيهِ يَتَوَقَّفُ عَلَى كَثَافَةِ السَّائِلِ .  
فَكُلَّمَا اشْتَدَّتْ كَثَافَةُ السَّائِلِ عَلَا طَفْوُهَا .



## ١٥ هل تَمْتَرِجُ السَّوَائِلُ؟

يَسْهُلُ تَلْوِينُ بَعْضِ السَّوَائِلِ ، لَا كُلِّهَا . لَاحِظْ كَيْفَ مَا نَحْتَاجُ إِلَيْهِ :  
« يُقَاوِمُ » الزَّيْتُ الْإِنْصِبَاعَ بِمُلَوَّنِ طَعَامٍ . ذَلِكَ يَعْنِي أَنَّهُ لَا  
يَسْمَحُ لِمُلَوَّنِ الطَّعَامِ أَنْ يَمْتَرِجَ بِهِ ، فَاللُّونُ لَا يَنْتَشِرُ فِي  
الزَّيْتِ . ثُمَّ اكْتَشَيْفَ مَا يَحْدُثُ لِمُلَوَّنِ الطَّعَامِ فِي الْمَاءِ .



مِلْعَقَةٌ



دَوْرَقٌ دُجَاجِيٌّ



مُلَوَّنُ طَعَامٍ

زَيْتُ طَعَامٍ

٣ اِذْفَعْ مُلَوَّنَ الطَّعَامِ إِلَى الْمَاءِ بِمِلْعَقَةٍ .  
يَنْتَشِرُ اللَّوْنُ عِنْدَ وُصُولِهِ إِلَى الْمَاءِ  
وَيَمْتَرِجُ فِيهِ .



٢ أَضِفْ بَتَأَنَّ إِلَى الدَّوْرَقِ بَضْعَ  
قَطْرَاتٍ مِنْ مُلَوَّنِ الطَّعَامِ . اسْتَخْدِمِ قَطَارَةَ  
عِنْدَ اللُّزُومِ . تَظْفِرُ الْقَطْرَاتُ عَائِمَةً  
فِي الزَّيْتِ .



١ صُبَّ فِي الدَّوْرَقِ شَيْئًا مِنَ الْمَاءِ .  
ثُمَّ أَضِفْ شَيْئًا مِنَ زَيْتِ الطَّعَامِ .  
تُلاحِظُ أَنَّهُمَا يُشْكِلَانِ طَبَقَتَيْنِ  
مُنْفَصِلَتَيْنِ ، لِأَنَّ الزَّيْتِ وَالْمَاءَ لَا  
يَمْتَرِجَانِ .



## ١٦ اِخْتَبِرْ سَيْلَانَ السَّوَائِلِ

مَا نَحْتَاجُ إِلَيْهِ :

يَسْتَعْرِقُ صَبُّ الشَّرَابِ الْمُكْتَفِّ وَقْتًا أَطْوَلَ كَثِيرًا  
مِنْ صَبِّ الْمَاءِ . ذَلِكَ أَنَّ لِلشَّرَابِ الْمُكْتَفِّ  
« لُزُوجَةً » عَالِيَةً . ذَلِكَ يَعْنِي أَنَّهُ لَا يَسِيلُ بِسَهُولَةٍ .  
اِخْتَبِرْ لُزُوجَةَ عَدَدٍ مِنَ السَّوَائِلِ . السَّوَائِلُ  
الْمُسْتَحْدَمَةُ فِي هَذِهِ التَّجْرِبَةِ قَرِيبَةُ الْمُتَنَاوَلِ .



مَرْطَبَانَاتُ (بَرْطَمَانَاتُ) مَرْبِيٍّ  
وَكُلُّ (بَلِيٍّ)

سَوَائِلُ مِثْلُ الْمَاءِ وَزَيْتِ الطَّعَامِ  
وَالْجِلْسَرِينِ وَالشَّرَابِ الْمُكْتَفِّ وَالْحَلِّ



٢ كُلَّمَا كَانَتْ لُزُوجَةُ السَّائِلِ  
أَعْلَى بَطَّوْ سَقُوطَ الكَلَّةِ .



١ اِمْلَأِ الْمَرْطَبَانَاتِ بِسَوَائِلِ  
مُخْتَلِفَةٍ . اِزْمِ فِي كُلِّ وَاحِدٍ مِنْهَا كَلَّةً .





# ١٩ قِسِ الْمَطَرِ

ما نَحْتَاجُ إِلَيْهِ:



قارورة بلاستيكية  
كبيرة شفافة



مَقَص



قارورة  
بلاستيكية  
صغيرة شفافة



إبريق قياس



مسطرة وقلم  
تعليم

يَسْقُطُ الْمَطَرُ مِنَ السَّحْبِ الَّتِي تَحْتَوِي مَلَايِينَ  
الْقُطْرَاتِ الْمَائِيَّةِ الدَّقِيقَةِ. تَتَجَمَّعُ الْقُطْرَاتُ  
مُشَكَّلَةً قَطْرَاتٍ مَطَرٍ وَتَسْقُطُ إِلَى الْأَرْضِ. اِعْمَلْ  
مِقْيَاسَ مَطَرٍ بَسِيطًا تَقْيِسُ بِهِ كَمِّيَّةَ الْمَطَرِ النَّازِلَةِ  
فِي وَقْتٍ مُحَدَّدٍ.



٣ أعدِ الخُطْوَةَ الثَّانِيَةَ مَرَّاتٍ، بِحَيْثُ  
تَكُونُ لَدَيْكَ سِلْسِلَةٌ مِنَ الْعَلَامَاتِ عَلَى  
جَانِبِ الْقَارورَةِ.

٢ اِمْلَأِ الْإِبْرِيْقَ إِلَى حَدِّ الـ ٥٠ مل. صُبَّ  
الماءَ فِي الْقَارورَةِ الصَّغِيرَةِ. عَلمْ  
المُسْتَوَى.

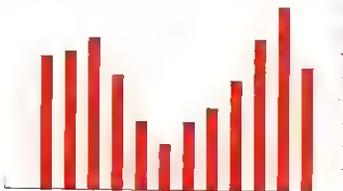
١ قَصِّ الْجُزْءَ الْعُلْوِيَّ مِنْ كُلِّ مِنَ  
الْقَارورَتَيْنِ. اِحْرِصْ عَلَى أَنْ تَكُونَ  
الْحَافَتَانِ مُسْتَقِيمَتَيْنِ.

أفْرِغِ الْقَارورَةَ  
بَعْدَ قِيَاسِ كَمِّيَّةِ  
الْمَطَرِ. اَعْمَلِهَا  
إِلَى مَوْضِعِهَا.



٥ رَكِّزِ الْقَارورَتَيْنِ فِي الْخَارِجِ فَوْقَ  
طَاوِلَةٍ أَوْ جِدَارٍ لِإِتْقَانِ الْمَطَرِ. قِسْ  
مُسْتَوَى الْمَطَرِ فِي الْقَارورَةِ الصَّغِيرَةِ كُلَّ  
صَبَاحٍ. هَذِهِ هِيَ كَمِّيَّةُ الْمَطَرِ اليَوْمِيَّةِ.

٤ أَفْرِغِ الْقَارورَةَ الصَّغِيرَةَ، وَضَعْهَا  
دَاخِلَ الْقَارورَةِ الْكَبِيرَةِ. ضَعْ الْجُزْءَ  
العُلْوِيَّ الْمَقْصُوصَ مِنَ الْقَارورَةِ الْكَبِيرَةِ  
مَقْلُوبًا فَوْقَ الْقَارورَةِ الصَّغِيرَةِ، فَيَكُونُ  
لَدَيْكَ قِمْعٌ.



جَدْوَلٌ بَيَانِيٌّ يُرِي كَمِّيَّةَ الْمَطَرِ  
النَّازِلَةِ خِلَالَ ١٢ شَهْرًا.

٦ دُونَ مَا يَتَساقَطُ مِنْ مَطَرٍ كُلِّ أُسْبُوعٍ وَكُلِّ  
شَهْرٍ. ثَمَّ اِعْمَلْ جَدْوَلًا بَيَانِيًّا يُرِي تَساقُطَ  
الْأَمْطَارِ خِلَالَ أُسْبُوعٍ، أَوْ شَهْرٍ، أَوْ حَتَّى  
خِلَالَ سَنَةٍ كَامِلَةٍ.



مَنْزِلٌ يُنْبِئُ بِالطَّقْسِ

هَذَا الْمَنْزِلُ التَّمُودَجُ يُنْبِئُكَ بِحَالَةِ  
الطَّقْسِ. الرَّجُلُ يَخْرُجُ مِنَ الْمَنْزِلِ إِذَا  
كَانَ الْهَوَاءُ رَطْبًا. وَإِذَا كَانَ الْهَوَاءُ جَافًا  
خَرَجَتِ الْمَرْأَةُ. طُهوْرُهَا يَدُلُّ عَلَى أَنَّ  
الطَّقْسَ الْمُتَوَقَّعَ جَافٌ.

## ٢٠ هل الماء صلب؟



قد يكون الماء صلبًا (عسيرًا)، لكن ليس كما تكون الصخور صلبة. إذا كان ماء الحنفية (الصنبور) صلبًا، فإنه يخلف ترسبات معدنية تتراكم داخل الأنابيب والغلايات. لا يسهل أن يرغو الصابون في الماء الصلب. اختبر ما إذا كان ماء الحنفية في بيتك صلبًا.



٣ ضع قطرة من محلول الصابون السائل في مرتبان ماء الحنفية وأغلقه بغطائه اللولبي.

٢ صب ماء مقطرًا في مرتبان ذي غطاء لولبي، وفي المرتبان الآخر صب المقدار نفسه من ماء الحنفية.

١ امزج في المرتبان الصغير شيئًا من الصابون السائل بماء مقطر. الماء المقطر غير صلب.

إذا استلزم ماء الحنفية ليترغو عددًا أكبر من قطرات الصابون فهو ماء صلب.

٤ هز المرتبان. إذا لم يرغ كثر الخطوة ٣ وهزه ثانية. عد قطرات الصابون التي تحتاج إليها ليترغو الماء.



٥ كرر الخطوات ٣ و٤ مع الماء المقطر. هل استلزم ماء الحنفية عددًا أكبر من قطرات الصابون ليترغو؟

### كهوف بلورية

يصبح الماء صلبًا بحله للمعادن في أثناء جزيه بين الصخور الجوفية. قد يترك الماء ترسبات تشكل هوابط.



## ٢١ أَطْلِقْ زَوْرَقًا سَرِيعًا

ما نَحْتَاجُ إليه:



طَاسٌ مَاءٍ پِلَاسْتِيكِيٌّ كَبِيرٌ نَظِيفٌ

قَلَمٌ رِصَاصٌ



مِسْطَرَةٌ



مِقْصٌ



صَابُونٌ غَسَلِيٌّ سَائِلٌ



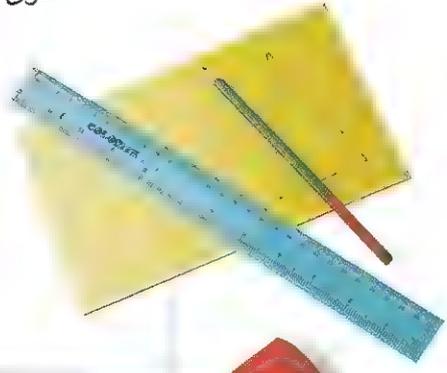
لَوْحٌ مَلَوَّنٌ مِنْ وَرَقٍ مَقْوًى

أَطْلِقْ زَوْرَقًا وَرَقِيًّا فِي طَاسٍ بِمُجَرَّدِ لَمْسِكَ سَطْحِ الْمَاءِ! ذَلِكَ يَحْدُثُ بِسَبَبِ قُوَّةٍ تُسَمِّيهَا «تَوَثُّرُ السَّطْحِ».

٢ فَصِّلِ الزَّوْرَقَ بِتَأَنٍّ. ثُمَّ اثْرُكُهُ يَظْفُو فِي الْمَاءِ.



١ أَرَسُّمُ شَكْلِ زَوْرَقِكَ عَلَى الْوَرَقِ الْمَقْوًى. إِنَّ لِلزَّوْرَقِ هُنَا شَكْلًا مُثَلِّيًّا.



٤ اِغْمِسْ إِصْبَعَكَ فِي مَاءِ الطَّاسِ، خَلْفَ الزَّوْرَقِ مُبَاشِرَةً، فَيَنْدَفِعَ الزَّوْرَقُ إِلَى الْأَمَامِ.



٣ ضَعْ عَلَى إِصْبَعِكَ قِطْرَةً مِنْ صَابُونِ الْغَسَلِ.



يُضَعَّفُ صَابُونُ الْغَسَلِ تَوَثُّرَ السَّطْحِ خَلْفَ الزَّوْرَقِ.

إِجْعَلِ الْمَعْدِنَ يَظْفُو ضَعْ مِشْبَكَ وَرَقِي بَرَقِي عَلَى سَطْحِ مَاءٍ، فَيَظْفُو! إِنَّ تَوَثُّرَ السَّطْحِ مِنَ الْقُوَّةِ بِحَيْثُ يَسْتَدُّ أَجْسَامًا خَفِيفَةً جِدًّا كَمِشَابِكِ الزَّوْرَقِ.

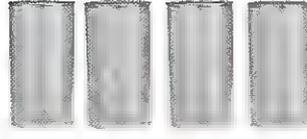


إِذَا شِئْتَ أَنْ تُعِيدَ التَّجْرِبَةَ، عَلَيكَ أَنْ تَسْتَبْدِلَ بِمَاءِ الطَّاسِ مَاءً نَظِيفًا.

يُصْبِحُ تَوَثُّرُ السَّطْحِ أَمَامَ الزَّوْرَقِ أَشَدًّا. وَهَذَا يَسْتَدُّهُ إِلَى الْأَمَامِ.

## ٢٢ هل رَأَيْتِ النَّبَاتَ يَشْرَبُ؟

ما نَحْتِاجُ إِلَيْهِ:



النَّبَاتُ يَحْتِاجُ إِلَى المَاءِ لِيَعِيشَ ،  
مِثْلَمَا نَحْتِاجُ نَحْنُ إِلَيْهِ . إِذَا عَمِلْتِ  
عَلَى تَغْيِيرِ ألْوَانِ بَعْضِ أَزْهَارِكَ تَرَى  
كَيْفَ يَتَصَاعَدُ المَاءُ إِلَى الأَوْرَاقِ  
والبَتَلَاتِ عَبْرَ السَّاقِ .



٣ ضَعِ زَهْرَتَيْنِ فِي كَوْبَيْنِ مِنَ المَاءِ  
المُلُونِ ، زَهْرَةً فِي كُلِّ كَوْبٍ . الزَّهْرَةُ  
المَشْقُوقَةُ السَّاقِ رَكِّزْهَا فِي كَوْبَيْنِ .

٢ قُصِّ طَرَفَ كُلِّ مِنْ سَوَاقِ الأَزْهَارِ .  
شَقِّ سَاقَ زَهْرَةٍ وَاحِدَةٍ إِلَى شَقَّتَيْنِ .

١ صُبِّ فِي كُلِّ كَوْبٍ شَيْئًا مِنْ مَلُونٍ  
الطَّعَامِ أو الجَبْرِ . ثَمَّ أَضِفِ مَاءً .

٤ ضَعِ الأَزْهَارَ فِي عُرْفَةٍ  
دَافِئَةٍ ، فَتَتَغَيَّرُ ألْوَانُهَا بِطَءٍ  
شَدِيدٍ .



كُلِّ مِنْ شَقَّتَيْ سَاقِ النَّبَاتِ يُرَوِّدُ  
الزَّهْرَةَ بِمَاءٍ مُخْتَلِفٍ لَوْنًا .

٥ كُلِّ مِنْ نِصْفَيْ الزَّهْرَةِ المَشْقُوقَةِ  
السَّاقِ يَتَلَوَّنُ بِلَوْنٍ مُخْتَلِفٍ . أَحَدُ شَقَّتَيْ  
السَّاقِ يُرَوِّدُهَا بِمَاءٍ أَحْمَرَ  
وَالآخَرُ يُرَوِّدُهَا بِمَاءٍ أَرْزَقِي .



أَوْرَاقِ عَطَشِي  
ضَعِ عُصْبَةً مُورِقًا فِي كَوْبِ مَاءٍ . أَضِفِ  
شَيْئًا مِنْ زَيْتِ الطَّعَامِ ، وَعَلِّمِ عَلَى  
الكُوْبِ قِيَاسًا مُدْرَجًا . رَاقِبِ ذَلِكَ أَيَّامًا  
قَتْرَى كَيْفَ يَهْبِطُ مُسْتَوَى المَاءِ ، إِذْ  
تَمْتَصُّهُ الأَوْرَاقُ . إِنْ طَبَّقَةَ الزَّيْتِ فَوْقَ  
المَاءِ تَمْنَعُ  
بَحْرَهُ ، فَتَتَأَكَّدُ  
أَنْ كُلَّ المَاءِ الَّذِي  
نَقَصَ مِنَ الكُوْبِ  
قَدْ تَصَاعَدَ  
عَبْرَ الأَوْرَاقِ .



# ساخن وبارد

إتنا نُحِسُّ بِالشَّيْءِ السَّاخِنِ ، كَالشَّرَابِ السَّاخِنِ ،  
عَلَى نَحْوِ يَخْتَلِفُ كُلَّ الإِخْتِلَافِ عَنِ إِحْسَاسِنَا  
بِالشَّيْءِ البَارِدِ ، كَالجِيلَاتِي (الآيس كَرِيم). لَكِنَّ  
الإِحْسَاسَيْنِ يَتَسَبَّبُ بِهِمَا شَيْءٌ وَاحِدٌ هُوَ الحَرَارَةُ .  
وَالفَارِقُ أَنَّ الأَجْسَامَ البَارِدَةَ تَحْتَوِي عَلَى حَرَارَةٍ  
أَقَلِّ مِنَ الأَجْسَامِ السَّاخِنَةِ . نَحْنُ أَيْضًا نَتَلَقَّى  
الحَرَارَةَ مِنَ الشَّمْسِ وَالمُوقِدِ (المَوَادِّ) المُحْتَرِقَةِ .



## نار ولهب

إِنَّ تَسْخِينَ بَعْضِ المَوَادِّ  
يَتَسَبَّبُ فِي اشْتِعَالِهَا . وَهَذَا مَا  
حَدَثَ لِأَشْجَارِ هَذِهِ الغَابَةِ .  
تُولَدُ أَلْسِنَةُ اللَّهَبِ حَرَارَةً ،  
فِيَسْتَعِلُّ المَزِيدُ مِنَ المَوَادِّ  
وَيَمْتَدُّ الحَرِيقُ .



## كُرَّةُ نارِيَّة

الشَّمْسُ كُرَّةٌ هَائِلَةٌ مِنَ غَازَاتِ  
سَاطِئِهَا جِدًّا . إِنَّهَا تَتَوَهَّجُ بِالمُضَوِّ  
وَتُرْسِلُ كَمِّيَّاتٍ هَائِلَةً مِنَ الحَرَارَةِ  
عَبْرَ أَشِعَّةِ حَرَارَةٍ غَيْرِ مَرْتَبِيَّةٍ . وَهَذِهِ  
تَعْبُرُ الفُضَاءَ وَتُدْفِئُ الأَرْضَ .

طَقْسٌ حَارٌّ  
وَفِي الطَّقْسِ الحَارِّ  
تَلْبَسُ ثِيَابًا خَفِيفَةً .  
وَهَذِهِ تَسْمَعُ بِتَسْرُبِ  
الحَرَارَةِ مِنَ  
جَسَدِكَ ، فَلا تَشْعُرْ  
بِالصَّبِيِّ .



## دَرَجَةُ الحَرَارَةِ

يَقِيسُ مِيزَانُ الحَرَارَةِ (التَّرْمُومِتر)  
حَرَارَةَ الأَجْسَامِ ، أَيْ مِقْدَارَ سُخُونَتِهَا  
أَوْ بُرُودَتِهَا . وَيُسْتَعْمَدُ فِي القِيَاسِ  
وَحَدَاتٌ تُسَمَّى «دَرَجَاتٍ» . الحَرَارَةُ  
الَّتِي سَجَّلَهَا مِيزَانُ الحَرَارَةِ فِي  
الصُّورَةِ هِيَ ٢٦,٢ دَرَجَةً .

## طَقْسٌ بارِد

فِي الطَّقْسِ البَارِدِ تَلْبَسُ ثِيَابًا  
سَمِيكَةً . وَهَذِهِ تُدْفِئُكَ لِأَنَّهَا  
تُخَفِّفُ مِنَ تَسْرُبِ الحَرَارَةِ  
مِنَ جَسَدِكَ .



# ٢٣ اصنع ميزان حرارة بسيطاً



لميزان الحرارة عادةً أنبوب فيه سائل ملون. يتحرك هذا السائل في الأنبوب صعودًا ونزولًا. والانبوب معلم بمقياس مدرج. يُشيرُ مُستوى السائل في الأنبوب إلى درجة الحرارة.

٣ أنفخ في القشة برفق. يرتفع الماء. توقفت عندما يصل إلى منتصف القشة.

٢ أنزل في القارورة قشة شرب بحيث تنعكس في الماء. اخبثم فتحة القارورة حولها بمعجون تشكيل.

١ صب في القارورة ماء باردًا إلى ثلاثة أرباعها. أضف بضع قطرات من ملون الطعام.



يُنبغي أن يكون الخبث مائعا للهواء.



العلامة الزرقاء تُري حرارة منخفضة (باردة).

العلامة الحمراء تُري حرارة عالية (دافئة).

العلامة السوداء تُري حرارة طبيعية.



٦ ضع ميزان الحرارة فترة في براد (ثلاجة). يهبط مستوى الماء. علمه بعلامة زرقاء.

٥ ضع ميزان الحرارة في موضع دافئ. يرتفع الماء. علم المستوى بعلامة حمراء.

٤ اعمل في رقيقة الورق المقوى شقين. أرلّفهما عبرهما في القشة. ضع علامة سوداء تُري مستوى الماء.

## ٢٤ خَرَزَاتٌ مُتَسَابِقَةٌ

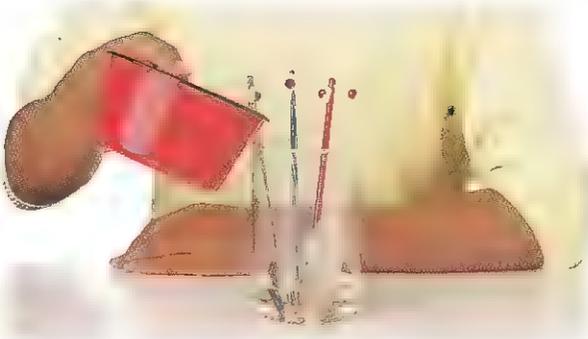


ما نَحْتَاجُ إِلَيْهِ:



نُورِقُ رُجَاجِي

تَنْتَشِرُ الحَرَارَةُ فِي بَعْضِ المَوَادِّ أَفْضَلَ مِنْ انْتِشَارِهَا فِي غَيْرِهَا. أَرْنَا كَيْفَ تَحْتَلِفُ المَوَادُّ فِي «تَوْصِيلِهَا» لِلحَرَارَةِ، أَيْ فِي السَّمَاحِ لَهَا فِي الإِنْتِشَارِ خِلَالَهَا. المَوَادُّ الجَيِّدَةُ التَّوْصِيلِ تُوصِلُ مُعْظَمَ الحَرَارَةِ.



٢ نَضِبُ فِي الدُّورِقِ

مَاءً سَاحِجًا. تَنْتَشِرُ

الحَرَارَةُ فِي المَلَاعِقِ

وَالقَشَّةِ وَتُذِيبُ الرُّبْدَةَ.

الحَرَزَةُ الَّتِي تَسْقُطُ أَوَّلًا

تَكُونُ مُلصِقَةً إِلَى أَفْضَلِ

المَوَادِّ تَوْصِيلًا.



١ اسْتِخْدِمِ الرُّبْدَةَ لِتُلصِقَ خَرَزَةً إِلَى كُلِّ

مَلْعَقَةٍ وَإِلَى القَشَّةِ. أَوْقِفِ المَلَاعِقَ

وَالقَشَّةَ فِي الدُّورِقِ.

## ٢٥ إِنْتِقَالُ الحَرَارَةِ



زَيْتُ طَعَامٍ



قِدَّتَانِ (قِطْعَتَانِ) خَشَبِيَّتَانِ



مُلَوِّنُ طَعَامٍ

٣ تِيَارَاتُ دَافِئَةٍ تَنْتَشِرُ

فِي الزَّيْتِ. تَحْمِلُ مَعَهَا

قِطْرَاتٍ مِنْ مُلَوِّنِ الطَّعَامِ.

قِطْرَةٌ

شَمْعَةٌ نَوَاصِةٌ (لَيْلِيَّةٌ)

يَبْرُدُ الزَّيْتُ عِنْدَ السَّطْحِ

وَيَعُودُ فِيهِبُطُ إِلَى

القَاعِ.

ما نَحْتَاجُ إِلَيْهِ:



صَحْنٌ رُجَاجِي صَافِدٌ لِلحَرَارَةِ

أَرِ رِفَاقَكَ كَيْفَ تَنْتَقِلُ الحَرَارَةُ فِي السَّوَائِلِ. هَذَا الإِنْتِقَالُ يُسَمَّى بِالحَمْلِ أَوْ التَّصْعُدِ. وَهُوَ يَحْدُثُ فِي الهَوَاءِ، أَيْضًا. عِنْدَمَا تَضَعُ فِي عُرْفَةٍ مِدْفَقَةً فَإِنَّ حَرَارَتَهَا تَنْتَشِرُ بِالحَمْلِ.

١ ضَعِ

الشَّمْعَةَ بَيْنَ

القِدَّتَيْنِ. إِسْأَلُ

رَاشِدًا أَنْ يُشْعِلَ

لَكَ الشَّمْعَةَ.



٢ صُبَّ فِي الصَّحْنِ

زَيْتَ طَعَامٍ، وَرَكَزَهُ

فَوْقَ القِدَّتَيْنِ.

ضَعُ فِي القَاعِ

قِطْرَاتٍ مِنْ

مُلَوِّنِ الطَّعَامِ.



جُمْلَةٌ مِنْ

أَجْزَاءِ مُلَوِّنِ

الطَّعَامِ

إِذْ يَسْحَنُ

الزَّيْتُ يَرْتَفِعُ.



## ٢٦ طَيْرٌ مُنْطَادٌ هَوَاءِ سَاخِنِ



حَلْقَةٌ مِنْ وَرَقٍ صُلْبٍ



مِقْصٌ

مَا نَحْتَاجُ إِلَيْهِ:



قَلَمٌ رِصَاصٌ، مِسْطَرَةٌ،  
فُرْشَةٌ وَغَرَاءٌ

رُقْعَةٌ مِنَ الْوَرَقِ الْمُقَوَّى صَفْرَاءَ،  
مَقْصُوصَةٌ، وَمُعَلَّمَةٌ، كَمَا فِي  
الصُّورَةِ

وَرَقٌ شَاشٍ مُلَوَّنٌ وَنَمُودَجٌ  
تَفْصِيلِي مِنَ الْوَرَقِ الْمُقَوَّى

الْحَرَارَةُ قَدْ تَجْعَلُ الْأَشْيَاءَ تَطِيرُ!  
الْهَوَاءُ يَرْتَفِعُ عِنْدَمَا يَسْحَنُ. وَالْهَوَاءُ  
السَّاحِنُ مِنَ الْقُوَّةِ بَحَيْثُ يَرْفَعُ مُنْطَادًا  
كَبِيرًا فِي الْهَوَاءِ. اصْنَعْ نَمُودَجَكَ مِنْ  
مُنْطَادِ هَوَاءٍ سَاخِنٍ وَطَيِّرْهُ.

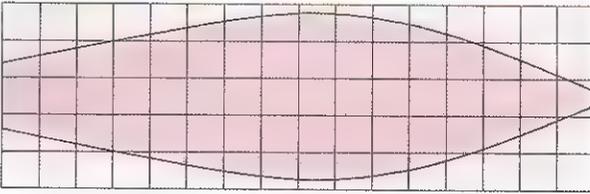
١ اذْهَبْ إِلَى  
نَمُودَجِ التَّفْصِيلِ ثَمَانِي  
شِقِّ مِنْ وَرَقِ  
الشَّاشِ.



٢ غَرِّ الشَّقِّقَ،  
الوَاحِدَةَ إِلَى  
جَانِبِ الْأُخْرَى.  
غَرِّ فُتْحَةَ الْقَاعِدَةِ  
إِلَى الْحَلْقَةِ  
الْوَرَقِيَّةِ.



٣ اِطْوِ وَغَرِّ رُقْعَةَ  
الْوَرَقِ الْمُقَوَّى الصَّفْرَاءِ  
لِتَعْمَلَ مِنْهَا  
عَلْبَةٌ. اِعْمَلْ فِي  
زَوَايَاهَا الْعُلْبَةَ  
تُقَوِّبًا.



أُرْسِمُ نَمُودَجَ التَّفْصِيلِ الرَّهْرِيِّ عَلَى الْوَرَقِ الْمُقَوَّى وَقَصَلُهُ.  
اجْعَلُهُ بَيْنَ ٦٠ سَمٍ وَ ٩٠ سَمٍ طَوْلًا.

٤ اسْتَخْدِمِ الْخَيْطَ  
لِتَعْلِقِ الْعُلْبَةَ  
بِالْحَلْقَةِ الْوَرَقِيَّةِ  
فِي قَاعِدَةِ  
الْمُنْطَادِ.



ثَانًى لِيَلَا تُثَلَّفَ وَرَقُ  
الشَّاشِ.

تَحْلِيقٌ فِي الْجَوِّ

إِنَّ لِمُنْطَادِ الْهَوَاءِ السَّاحِنِ الْحَقِيقِيِّ  
سَلَّةً مُعَلَّقَةً فِي أَسْفَلِهِ، وَحَرَّاقٍ غَازٍ  
فَوْقَ السَّلَّةِ. أَلْسِنَتُهُ لَهَبِ الْحَرَّاقِ  
تُسْحَنُ هَوَاءَ الْمُنْطَادِ. الْهَوَاءُ السَّاحِنُ  
أَخْفَّ مِنَ الْهَوَاءِ الْبَارِدِ الَّذِي حَوْلَهُ  
فَيَرْتَفِعُ الْمُنْطَادُ.



هَذِهِ الطَّرِيقَةُ  
اسْتَخْدَمَهَا أَوَّلُ  
مَنْ طَيَّرَ مُنْطَادًا  
هَوَاءٍ سَاخِنٍ،  
وَلَا يَزَالُ النَّاسُ الْيَوْمَ  
يَسْتَمْتِعُونَ بِتَطْيِيرِ  
مَنَاطِيدِهِمْ بِالطَّرِيقَةِ نَفْسِيًّا.



٥ الْآنَ مُنْطَادُكَ جَاهِزٌ.  
لِتَطْيِيرِهِ امْسِكْهُ فَوْقَ مُجَفِّفِ شَعْرِ.  
شَعَلِ الْمُجَفِّفَ وَامْسِكِ الْمُنْطَادَ  
حَتَّى يَمْتَلِئَ بِالْهَوَاءِ السَّاحِنِ.  
أَقْلِبِ الْمُنْطَادَ، فَيَنْطَلِقُ  
فِي الْجَوِّ.



## ٢٨ قاوم النار

ما نحتاج إليه:



أشعل شمعة - ثم أطفئ اللهب، بطريقة سحرية! ذلك ممكن لأن الأشياء لا تحترق إلا إذا حصلت على الأكسجين من الهواء. امنع وصول الأكسجين فتتطفئ النار.

١ ألق الشمعة إلى

قاع الوعاء مستخدماً

معجون

تشكيل.

٢ رش حول

الشمعة شيئاً من

بيكربونات الصودا.

أعلى الشمعة  
يتبعي أن  
يكون أدنى  
من حافة  
الوعاء.

٣ إسأل راشداً أن

يشعل لك الشمعة.

٤ أضف شيئاً من الخل. تبدأ

بيكربونات الصودا بعمل رغوة.

٥ انتظر وراقب. فجأة

ترى اللهب قد انطفأ، دون

أن تعرف السبب.

الشمعة في احتراقها تأخذ  
الأكسجين من الهواء.

يجب ألا تصل  
الرغوة إلى اللهب.

الخل وبيكربونات الصودا  
يطلقان فقاعات من غاز ثاني  
أكسيد الكربون.

غاز ثاني أكسيد الكربون غير  
سمري يملأ الوعاء ويغطي  
اللب، قاطعاً عنه الأكسجين.

مقاومة النار

رجال الإطفاء يعطون النار بطبقة من الماء، أو الرغوة، أو ثاني أكسيد الكربون. هذه الطبقة تمنع وصول الأكسجين إلى ألسنة اللهب. النار لا تستمر في الاشتعال بغير أكسجين الهواء، فتتطفئ.

ينطفئ عود  
الكبريت حين  
يدخل مجال ثاني  
أكسيد الكربون.

٦ حاول أن تشعل الشمعة ثانية،

فلا تستطيع.



## ٢٩ أَشْطَرُ الْجَلِيدِ



قارورة ماء  
بلاستيكية

سلك رقيق



ما نحتاج إليه:



شوكة فولاذية

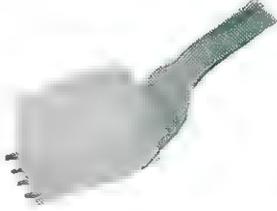


أَشْطَرُ مُكْعَبًا مِنَ الثَّلْجِ (الجليد) -  
ثم امسكه فإذا هو لا يزال قطعة  
واحدة! أنت لا تستخدم سيكتنا  
في هذه الحيلة المدهشة، بل  
تَشْطُرُ الثَّلْجَ بِسَلِّكَ.

كتاب ثقيل

ورق ألومنيوم شريط لاصق مكعب ثلج (جليد)

٣ ضع مكعب الثلج ومربعا  
من ورق الألومنيوم على الشوكة.



٢ اعمل من السلك  
حلقة وعلقها في عنق  
القارورة تعليقا  
محكاما.

اغمد طرفي السلك  
معا باحكام.

١ ألصق الشوكة إلى  
حافة الطاولة. ضع  
الكتاب على  
المسكة.

تأكد من أن  
الشوكة  
ثابتة.



عندما يزول  
ضعط السلك  
يعود الماء  
فيتجلد.

يكون شد السلك من  
القوة بحيث يؤدي  
ضعطه إلى ذوبان  
الثلج تحته.

٥ ببطء، يحز  
السلك الثلج إلى  
أن يحترقه كله.



٤ ضع السلك فوق مكعب  
الثلج. يشد وزن القارورة  
السلك فيحز الثلج.



٦ التقط المكعب بعد أن يحترقه  
السلك كله. المكعب لا يزال قطعة  
واحدة، وكأنه لم ينشط!



إنسياب فوق الجليد  
ينساب المترلدون (المترلقون على  
الجليد) فوق الجليد انسيابا  
سريعا. فأوزانهم تتسبب بقيام طبقة  
رقيقة من الماء تحت شفرات أحذية  
التزلد مباشرة. على هذه الطبقة  
الزليقة ينساب المترلدون بيسر.

# ٣٠ أَعِدِّ الجيلاتني بِنَفْسِكَ



طاس كبير

ملح



كوب



مَسْحُوقُ

مَشْرُوبِ

الشوكولاتة



مِلْعَقَةٌ كَبِيرَةٌ



مِنْشَفَةٌ (فوطَةٌ) شاي

ما تَحْتَاجُ إليه:



قِشْدَةٌ (كريم)



مُكْعَبَاتُ ثَلْجٍ (جليد) مِنْشَفَةٌ (فوطَةٌ) شاي

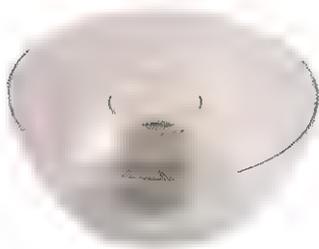
أَعِدِّ جيلاتني شَهِيًّا وَاكتَشِفْ كَيْفَ تُجَمِّدُ الأشياءَ دونَ أَنْ تَضَعَهَا فِي المَجْمَدَةِ (الفريرز). هذه طَريقَةٌ قَدِيمَةٌ فِي إعدادِ الجيلاتني، لَكِنها لَا تَرَالُ صَالِحَةً.

١ اِخْلِظْ مِلْعَقَةً وَاحِدَةً مِنْ الشوكولاتة، وَمِلْعَقَتَيْنِ مِنَ الحليب، وَمِلْعَقَةً وَاحِدَةً مِنَ القِشْدَةِ فِي كُوبٍ.



٣ رَكِّزْ كُوبَ خَلِيطِ الجيلاتني فِي الطاسِ الكَبِيرِ، فَوْقَ مُكْعَبَاتِ الثَّلْجِ المَمْلُحَةِ.

٢ ضَعْ فِي الطاسِ بَضْعَةَ مُكْعَبَاتِ ثَلْجٍ، وَرَشَّ فَوْقَهَا الكَثِيرَ مِنَ المِلْحِ.



٤ أَضِفْ طَبَقَاتٍ أُخْرَى مِنْ مُكْعَبَاتِ الثَّلْجِ وَالمِلْحِ حَوْلَ الكُوبِ.



٥ غَطِّ الطاسَ بِمِنْشَفَةٍ الشَّاي، وَاتْرُكْ خَلِيطَ الجيلاتني سَاعَةً لِيَسْتَرِيحَ، مُحَرِّكًا إِيَّاهُ كُلَّ بَضْعِ دَقَائِقٍ.

تَمْنَعُ المِنْشَفَةُ تَسْرُبَ الحَرَارَةِ إلى الخَارِجِيَّةِ إلى الطاسِ.



يَحْتَاجُ الثَّلْجُ إلى حَرَارَةٍ لِيَدُوبَ. وَهُوَ يَتَلَقَّاهَا مِنَ خَلِيطِ الجيلاتني، الَّذِي تَشْتَدُّ بُرُودَتُهُ كَثِيرًا فَيَتَجَمِّدُ.

إِضْرَاجُ المِلْحِ بِالثَّلْجِ يُسَبِّبُ دُوبَانَ الثَّلْجِ وَيَجْعَلُهُ أَيْضًا أَشَدَّ بُرُودَةً.



٦ أَخْرِجِ الكُوبَ مِنَ الطاسِ، وَتَدَوَّقْ جيلاتني الشوكولاتة الَّذِي أَعَدَدْتَهُ بِنَفْسِكَ وَفِي بَيْتِكَ.



أَشْوَكَ جَلِيدِيَّةٌ تَشْكُلُ عِنْدَمَا يَنْقَطِرُ المَاءُ عَنِ سَطْحِ بَارِدٍ. السَطْحُ البَارِدُ يَسْتَخْلِصُ الحَرَارَةَ مِنَ المَاءِ الَّذِي يَتَحَوَّلُ إلى جَلِيدٍ، وَتَبْدَأُ شَوْكَةٌ جَلِيدِيَّةٌ (دَلَاةٌ) بِالتَّشْكُلِ. وَمَعَ اسْتِمْرَارِ نَقْطَرِ المَاءِ وَتَجَمُّدِهِ تَكْبُرُ شَوْكَةُ الجَلِيدِ.

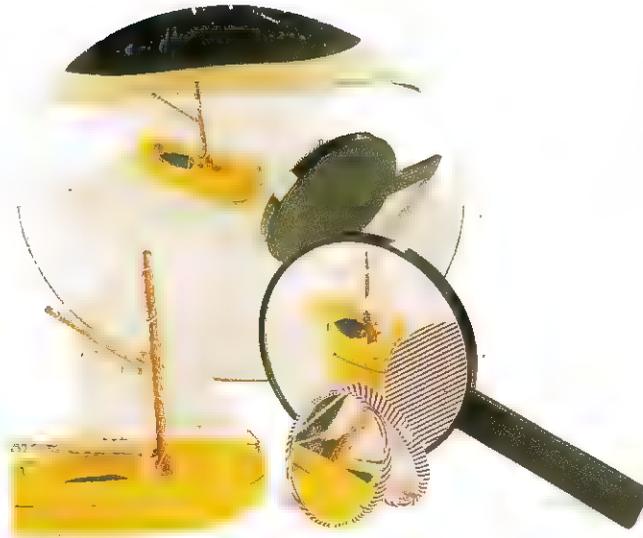
# الضوء

الضوء يُتيح لك أن ترى العالم من حولك.  
تُرسلُ مصادرُ الضوء، كالشمس  
واللمبات الكهربائيّة، أشعّة ضوئيّة.  
هذه الأشعّة ترتدّ عن الأجسام، كهذا الكتاب  
الذي بين يديك، وتدخلُ عندئذٍ عينيّك  
فترى الأجسام. نحن نستخدمُ الضوء  
لتشكيل «صوّر» الأشياء.



مُكسِر ومُنحِن  
القلم في كوب الماء هذا  
هو في الحقيقة مُستقيم.  
لكنّه يبدو غريباً، لأنّ الماء  
يُحني أشعّة الضوء المرتدّة  
عن القلم إلى عينيّك.

أصغّر من أن يُرى  
ترى عبر الميكروسكوب  
أجساماً ومخلوقاتٍ دقيقةً  
جداً. الصوورة التي تراها  
مُكبّرةٌ تكبيراً عظيماً، أي  
أنها أكبرُ من الحجم الفعليّ  
للجسم أو المخلوق بكثيرٍ.



صوّر مرآويّة (مُطابِقة)  
في المرآة ترى صوور الأشياء.  
المرآيا المُحدّبة والمقعّرة تُري  
صوورا مُكبّرة ومُصغّرة.

في لَمَح البصر  
هذه الكاميرا تُرسلُ وميضاً يكفي  
لأخذِ صوورة. يَنقَلُ الضوءُ من  
الكاميرا إلى الفتاة في جُزأين من  
بليون جُزءٍ من الثانية.



# ٣١ اَلْعَبُّ بِالظَّلَالِ

ما نَحْتَاجُ إِلَيْهِ:

أَفْرَعُ رِفَاقَكَ بِظِلَالٍ شَبَحِيَّةٍ تُلْقِيهَا عَلَى  
الجِدَارِ! يُرِيكَ هَذَا أَيْضًا أَنَّ الضَّوْءَ يَنْتَقِلُ  
بِخُطُوطٍ مُسْتَقِيمَةٍ. تَتَشَكَّلُ الظَّلَالُ عِنْدَمَا  
يَعْتَرِضُ جِسْمٌ مَسَارَ الضَّوْءِ.



وَرَقٌّ نَسْخٌ

وَرَقٌّ مَقْوًى رَقِيقٌ



شَرِيْطٌ لَاحِقٌ



مِضْبَاحٌ يَدَوِيٌّ سَاطِعٌ



قَلَمٌ رِصَاصٌ



عِيدَانٌ رَقِيعَةٌ



مِقْصٌ

٣ أَنْقُلْ أَشْبَاحَكَ مِنْ وَرَقِ النَّسْخِ إِلَى  
قِطْعٍ مِنْ رُقْعَةِ الْوَرَقِ الْمَقْوَى.



٢ أَنْقُلْ أَشْبَاحَكَ مِنْ وَرَقِ النَّسْخِ إِلَى  
قِطْعٍ مِنْ رُقْعَةِ الْوَرَقِ الْمَقْوَى.

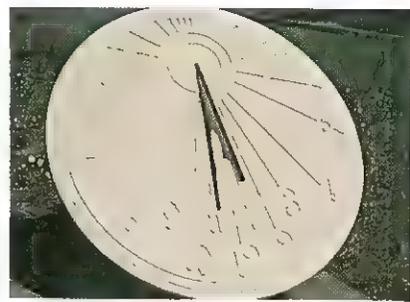


١ انْسَخْ نَمَازِجَ مِنْ أَشْبَاحِ تَجِدُهَا فِي  
الْكِتَابِ أَوْ ارْسُمْ أَشْبَاحًا مِنْ مُخَيَّلَتِكَ.



يُرْتَسِمُ عَلَى الْجِدَارِ  
ظِلُّ أَسْوَدٌ.

٤ رَكِّزِ النَّمَاذِجَ قَرِيبًا مِنْ  
الْجِدَارِ. وَجِّهْ إِلَيْهَا ضَوْءَ مِضْبَاحِ،  
فَرْتَسِمُ عَلَى الْجِدَارِ ظِلَالُ  
أَشْبَاحٍ كَبِيرَةٍ.



سَاعَةٌ شَمْسِيَّةٌ

يُمْكِنُ تَحْدِيدُ الْوَقْتِ بِمُرْوَلَةٍ (سَاعَةٍ)  
شَمْسِيَّةٍ. الشَّمْسُ تُلْقِي ظِلًّا عَارِضَةً مَائِلَةً  
عَلَى مَجْمُوعَةٍ مِنَ الْخُطُوطِ تُحَدِّدُ  
السَّاعَاتِ. وَظَوَالِ النَّهَارِ، يَتَحَرَّكُ الظَّلُّ  
مَعَ حَرَكَةِ الشَّمْسِ فِي السَّمَاءِ. وَيُعْرَفُ  
الْوَقْتُ مِنْ مَوْضِعِ الظَّلِّ عَلَى الْخُطُوطِ.

تَتَشَكَّلُ الظَّلَالُ عِنْدَمَا  
تَعْتَرِضُ رُقْعَةُ الْوَرَقِ الْمَقْوَى  
الضَّوْءَ وَتَمْنَعُهُ مِنَ الْوُصُولِ إِلَى  
الْجِدَارِ. إِنَّ لِلظَّلَالِ شَكْلَ الْوَرَقِ  
الْمَقْوَى نَفْسَهُ، لِأَنَّ أَشْبَعَةَ الضَّوْءِ مُسْتَقِيمَةٌ فَلَا  
تَنْحَنِي وَلَا تَلْتَفُ حَوْلَ أَطْرَافِ الْوَرَقِ الْمَقْوَى.

أَشْبَعَةٌ مِنْ  
ضَوْءٍ تَصُدُّ  
عَنِ الْمِضْبَاحِ  
وَتُضِيءُ الْجِدَارَ



## ٣٢ أَنْظُرْ مَا وَرَاءَ الزَّوَايَا



عُلبَةٌ كَرْتُونٍ طَوِيلَةٌ فَارِغَةٌ



قَلَمٌ



مِرْأَتَانِ صَغِيرَتَانِ



مِقْصٌ

لِيَكُنْ هَذَانِ الضَّلْعَانِ  
(الْجَانِبَانِ) مُتَسَاوِيَيْنِ  
طَوْلًا.



بِطَاقَةٍ مُثَلَّثِيَّةٍ

مَا نَحْتَاجُ إِلَيْهِ:

إِصْنَعْ پَرِيسْكُوبًا (مُتَّفَاعًا) تَسْتَخْدِمُهُ  
فِي النَّظَرِ مِنْ فَوْقِ الْجُدْرَانِ أَوْ مِنْ  
فَوْقِ رُؤُوسِ النَّاسِ أَوْ مِنْ خَلْفِ  
الزَّوَايَا. يَعْمَلُ الْپَرِيسْكُوبُ بِمَرَايَا  
تَعْكِسُ أَشِعَّةَ الضَّوْءِ.

٢ افْتَحْ بِتَأْنٍ شَقًّا عَلَى  
طَوْلِ كُلِّ مِنَ الْخَطَّيْنِ.  
لِيَكُنِ الشَّقَّانِ عَلَى قَدِّ  
الْمِرْأَتَيْنِ تَمَامًا، لَا أَكْثَرَ.



١ اسْتَخْدِمِ الْبِطَاقَةَ  
الْمُثَلَّثِيَّةَ لِرَسْمِ خَطَّيْنِ  
مَائِلَيْنِ مُتَوَازِيَيْنِ عَلَى أَحَدِ  
جَوَانِبِ عُلبَةِ الْكَرْتُونِ.



٤ أَدْخِلْ كُلًّا مِنْ  
الْمِرْأَتَيْنِ فِي شَقِّهَا بِتَأْنٍ.  
وَلْتَكُنِ الشَّقُوقُ عَلَى قَدِّ  
الْمِرْأَتَيْنِ لِيَقْلًا تَنْزِلِقًا  
خَارِجَتَيْنِ مِنَ الْكَرْتُونَةِ.



الْجَانِبُ الصَّقِيلُ  
مِنَ الْمِرْآةِ الْعُلْيَا  
مُوجَّهٌ إِلَى أَسْفَلَ.

الْجَانِبُ الصَّقِيلُ  
مِنَ الْمِرْآةِ  
السُّفْلَى مُوجَّهٌ  
إِلَى أَعْلَى.

٣ ارْزُسْمِ  
وَافْتَحْ شَقَّيْنِ  
آخَرَيْنِ فِي  
الْجَانِبِ الْمُقَابِلِ  
مِنَ الْكَرْتُونَةِ.



هَذَانِ الشَّقَّانِ  
يَتَّبَعِي أَنْ يُقَابِلَا  
الشَّقَّيْنِ الْأَوَّلَيْنِ  
تَمَامَ الْمُقَابَلَةِ.

٥ أُرْسِمُ مُرَبَّعًا  
كَبِيرًا فِي أَعْلَى  
نَكَرْتُونَةَ أَمَامَ الْمِرْآةِ.  
فَصَلَّهُ بِتَأَنٍّ.



٦ اِفْتَحْ بِالْقَلَمِ  
ثَقْبًا صَغِيرًا فِي  
قَفَا الْكَرْتُونَةِ.  
أَصْبَحْ  
پَرِسْكَوْبِكُ  
جَاهِزًا.



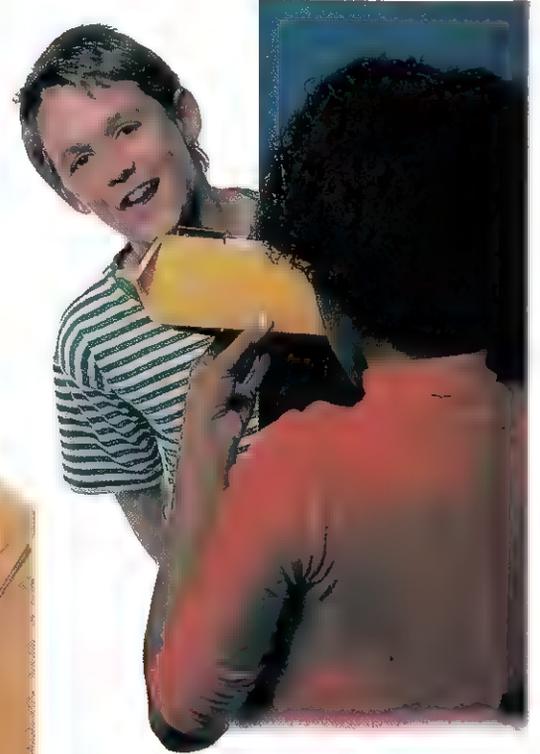
اِجْعَلِ الثَّقْبَ فِي  
الْأَسْفَلِ عَلَى  
مُسْتَوَى الْمِرْآةِ.

٧ اُنْظُرْ فِي الثَّقْبِ لِتَرَى  
مَا وَرَاءَ الزُّوَايَا وَمَنْ فَوْقَ  
الْحَوَاجِزِ.

أَشِعَّةُ الضُّوْءِ تَدْخُلُ عَبْرَ  
الْمُرْتَبِعِ، وَتُنْعَكِسُ مِنْ  
الْمِرْآةِ الْعُلْيَا إِلَى  
السُّفْلَى.



الْمِرْآةُ السُّفْلَى تَعْكِسُ أَشِعَّةَ  
الضُّوْءِ فَتَدْخُلُ عَيْنَيْكَ. تَرَى  
صُورَةَ الْمَشْهَدِ فِي مُسْتَوَى  
الْمِرْآةِ الْعُلْيَا.



ماذا يَحْدُثُ فَوْقَ الْمَاءِ؟

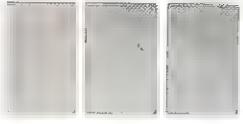
عندما تَكُونُ عَوَاصِفٌ تَحْتَ الْمَاءِ، قَدْ  
يَحْتَاجُ الْبَحَّارَةُ إِلَى أَنْ يَرَوْا مَا إِذَا  
كَانَ فَوْقَ سَطْحِ الْمَاءِ سَفْنٌ قَرِيبَةً.  
يَرْفَعُونَ پَرِسْكَوْبَا إِلَى السَّطْحِ  
وَيَنْظُرُونَ خِلَالَهُ إِلَى مَا حَوْلَهُمْ.  
لِلپَرِسْكَوْبِ أُبُوبٌ طَوِيلٌ يَعْكِسُ  
أَشِعَّةَ الضُّوْءِ مِنْ فَوْقِ سَطْحِ الْمَاءِ  
نُزُولًا إِلَى الْعَوَاصِفِ. يَنْظُرُ بَحَّارٌ فِيهِ  
فَيَرَى مَا يَحْدُثُ فَوْقَ الْعَوَاصِفِ.  
يُمْكِنُ بَعْدَ ذَلِكَ إِنْزَالُ الپَرِسْكَوْبِ  
وإِعَادَتُهُ إِلَى مَوْضِعِهِ.



# ٣٣ اصْنَعْ كَلِيدُوشْكَوْبًا

ما تَحْتَاجُ إِلَيْهِ:

قَلَمُ رِصَاصِ مُرَوَّسٍ



ثَلَاثُ مَرَايَا  
صَغِيرَةٍ



رُقْعَةٌ وَرَقِ مَقْوَى  
وورَقَةٌ نَسْخِ



مِقْصٌ



حَرَزٌ



مِضْبَاحٌ يَدَوِيٌّ



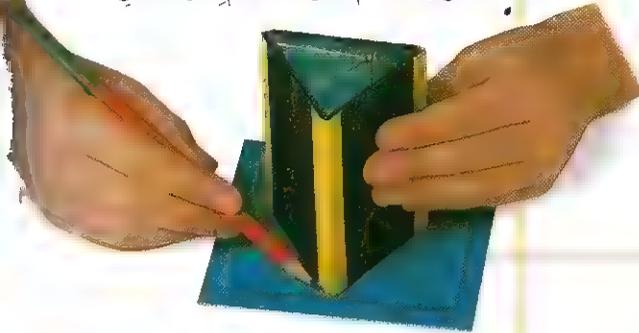
شَرِيْطٌ لِاصِقٍ

اسْتَحْدِمْ مَرَايَا وَخَرَزًا لِصُنْعِ  
كَلِيدُوشْكَوْبٍ (مِشْكَالٍ) بَدِيعِ  
الْأَلْوَانِ. مَا عَلَيْكَ إِلَّا أَنْ  
تَهْزُهُ فَتَتَشَكَّلَ أَنْسَاقُ بَدِيعَتِهِ،  
الوَاحِدَ بَعْدَ الْآخَرِ.

١ أَلْصِقِ الْمَرَايَا الثَّلَاثَ  
مَعًا فِي شَكْلِ مُثَلَّثِيٍّ.

الجَوَانِبُ الصَّقِيلَةُ  
إِلَى الدَّخْلِ.

٢ ضَعِ الْمَرَايَا عَلَى رُقْعَةِ الْوَرَقِ  
الْمَقْوَى وَعَلِّمْ حَوْلَهَا بِقَلَمِ الرِّصَاصِ.



٤ أَلْصِقِ الْمُثَلَّثَ إِلَى  
أَحَدِ طَرَفِي الْمَرَايَا.

٣ فَصِّلْ مُثَلَّثًا. افْتَحْ بِقَلَمِ  
الرِّصَاصِ فُتْحَةً فِي وَسْطِهِ.



٥ ضَعِ وَرَقَةَ النِّسْخِ  
فَوْقَ الطَّرْفِ الْآخَرِ مِنَ  
الْمَرَايَا، وَأَلْصِقْهَا فِي  
مَوْضِعِهَا بِإِحْكَامٍ.

٦ اسْقِطْ خِلَالَ الْفُتْحَةِ  
بَعْضَ الْحَرَزِ. كَلِيدُوشْكَوْبُكَ  
الآنَ جَاهِزٌ.



أنت ، أنت ، أنت ، أنت ، أنت ...  
تَسْتَطِيعُ أَنْ تَرَى صُورًا عَدِيدَةً فِي  
مِرْآتَيْنِ مُتَوَازِيَتَيْنِ . ذَلِكَ أَنَّهُمَا  
تُوَاصِلَانِ عَكْسَ أَشِعَّةِ الضُّوءِ بَيْنَهُمَا .



٧ وَجَّةُ ضَوْءِ المِصْبَاحِ صُوبَ وَرَقَةِ  
النَّسْخِ ، وَانظُرْ عَبْرَ الفُتْحَةِ إِلَى دَاخِلِ  
الكَلِيدِ وَسُكُوبِ تَرِ صُورًا لِحَرَزَاتِ  
مُتَلَاصِقَةٍ تُشَكِّلُ نَسْقًا . هُزِّ  
الكَلِيدِ وَسُكُوبِ فَيَتَغَيَّرُ  
النَّسْقُ .

المِرايا تَعكِسُ  
الضُّوءَ الآتِيَّ  
مِنَ الحَرَزِ لِشَكْلِ  
مِنهُ صُورًا  
مُتَعَدِّدَةً .



## ٣٤ الواحد تراه اثنتين!

ما نَحْتَاجُ إِلَيْهِ:



زُرٌّ



إِبْرِيْقُ ماء



كُوبِ زُجَاجِي

اِسْتِخْدِمِ المَاءَ لِتُحوِّلَ زُرًّا واحِدًا إِلَى زَرَيْنِ ! تَعْتَمِدُ هذِهِ الحِيلَةُ عَلَى  
طَرِيقَةِ انْحِرَافِ أَشِعَّةِ الضُّوءِ فِي دُخُولِهَا المَاءِ وَالكُوبِ الزُّجَاجِيَّ  
وَخُرُوجِهَا مِنْهُمَا . تُسَمَّى انْحِرَافُ أَشِعَّةِ الضُّوءِ « اِنْتِكَسَارًا » .  
الانْتِكَسَارُ أَيْضًا يَجْعَلُ مِسْطَرَّةً مُسْتَقِيمَةً تَبْدُو فِي المَاءِ مُنْحَرِفَةً .

٣ انظُرْ إِلَى الكُوبِ مِنْ جانِبِهِ ، فَيَبْدُو  
لَكَ كَأَنَّ فِيهِ زَرَيْنِ !

يَصِلُ إِلَى عَيْنِكَ ، مِنَ الزُّرِّ ،  
مَجْمُوعَتَانِ مِنَ أَشِعَّةِ الضُّوءِ  
المُنْكَسِرَةِ ، فَتَراهُ مَرَّتَيْنِ .



٢ صَبِّ بَعْضَ المَاءِ فِي  
الكُوبِ مُتَأَنِّيًا إِلَى أَنْ  
يَمْتَلِي نِصْفَهُ .

يَتَّبِعِي الَّا يَطْفُؤِ  
الزُّرُّ .



١ ضَعِ الزُّرَّ فِي الكُوبِ . حَاوِلِ أَنْ  
تُرَكِّزَهُ فِي وَسْطِ القَاعِ .



# ٣٥ رَكْبٌ وَمِصْبَاحُكَ بِنَفْسِكَ

نَحْتِاجُ إِلَى الضَّوِّ لِنَنْظُرَ الظَّلَامَ - ونحن نَسْتَحْدِثُ الكَهْرَبَاءَ لِلْحُصُولِ عَلَى النُّورِ. من غَيْرِ الكَهْرَبَاءِ لن يَكُونَ فِي مَنَازِلِنَا وَشَوَارِعِنَا نُورٌ كَافٍ يُضِيئُهَا لَيْلًا. إِذَا كَانَ لَدَيْكَ مِصْبَاحٌ يَدَوِيٌّ فَإِنَّكَ تَسْتَطِيعُ أَنْ تَحْمِلَ مَعَكَ مِصْدَرًا يُرَوِّدُكَ بِالنُّورِ. إِضْغَطِ الزَّرَّ فَيَقْطَعُ شُعَاعٌ مِنَ النُّورِ الظَّلَامِ. البَطَارِيَّاتُ فِي المِصْبَاحِ اليَدَوِيِّ تُرَوِّدُهُ بِمَا يَحْتِاجُ إِلَيْهِ مِنْ كَهْرَبَاءٍ.

ما نَحْتِاجُ إِلَيْهِ:



بَطَارِيَّتَانِ

مِصْبَاحٌ يَدَوِيٌّ



مِشْبِكٌ وَدَقٌّ



ثَلَاثَةُ أَسْلَاقٍ مُعْرَاةٍ  
الأطراف

٢٢

لاَقِطًا وَدَقٌّ



لَمْبَةٌ وَحَامِلُهَا

قَلَمٌ رِصَاصٌ مُرَوَّسٌ

مِفْكَ بَرَاغِيٌّ



قُطْنٌ



شَرِيْطٌ لِاصِيقِ

وَرَقٌّ أَلْمُنِيُومِ

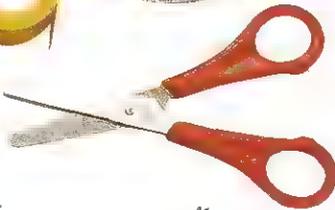


مِقْصَسٌ



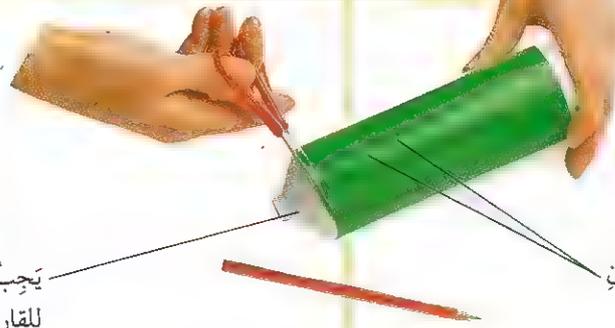
قَارورَةٌ فَارِغَةٌ مِنْ  
صَابُونِ غَسَلِ سَائِلِ

١ اَللِّحْظُ قُصِّ أَعْلَى القَارورَةِ. اِفْتَحْ بِقَلَمِ الرِّصَاصِ ثَقْبَيْنِ صَغِيرَيْنِ فِي جَانِبِ القَارورَةِ.



٢ اَلصِّقْ وَرَقَ أَلْمُنِيُومِ إِلَى دَاخِلِ أَعْلَى القَارورَةِ. تَأَكَّدْ أَنَّ الوَجْهَ اللَّمَّاعَ مُوَاجِهًا لِلخَارِجِ.

يَجِبُ أَلَّا يَكُونَ  
لِلقَارورَةِ غِطَاءٌ.



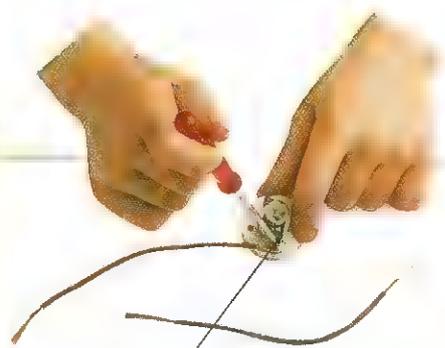
ثَقْبَانِ

٥ اَلصِّقْ أَحَدَ سِلْكَيْ حَامِلِ اللَّمْبَةِ إِلَى طَرَفِ التَّوْصِيلِ فِي البَطَارِيَّةِ العُلْيَا.

٤ اَلصِّقِ البَطَارِيَّتَيْنِ مَعًا. ثَمَّ اَلصِّقِ السِّلْكَ التَّالِثَ إِلَى البَطَارِيَّةِ السُّفْلَى.

٣ اِسْتَحْدِثْ مِفْكَ البَرَاغِيِّ لِتَرْكَبَ اثْنَيْنِ مِنَ الأَسْلَاقِ فِي حَامِلِ اللَّمْبَةِ تَرْكِيْبًا مُحْكَمًا.

اَلصِّقْ أَعْلَى إِحْدَى  
البَطَارِيَّتَيْنِ إِلَى  
قَاعِدَةِ البَطَارِيَّةِ  
الأُخْرَى.



تَأَكَّدْ مِنْ أَنَّ  
السِّلْكَيْنِ ثَابِتَيْنِ  
غَيْرِ مُخْلِخَلَيْنِ.

٦ أَدْخِلْ سِلْكَ الْبَطَّارِيَّةِ السُّفْلَى عَبْرَ النَّبْطِ السُّفْلِيِّ. أَحْسِنُ الْقَارُورَةَ بِالْقُطْنِ وَأَدْخِلِ الْبَطَّارِيَّتَيْنِ.

أَحْسِنُ الْقُطْنَ حَوْلَ الْبَطَّارِيَّتَيْنِ لِيَبْنِيَهُمَا فِي مَكَانِهِمَا.



٧ أَدْخِلْ سِلْكَ حَامِلِ اللَّمْبَةِ عَبْرَ نَبْطِ الْقَارُورَةِ الْعُلْوِيِّ. نَبِّتْ كَلًّا مِنَ السُّلْكَيْنِ إِلَى لَاقِطِ وَرَقِي، وَأَدْفَعْ اللَّاقِطَيْنِ فِي ثَقْبَيْ جَانِبِ الْقَارُورَةِ الصَّغِيرَيْنِ.

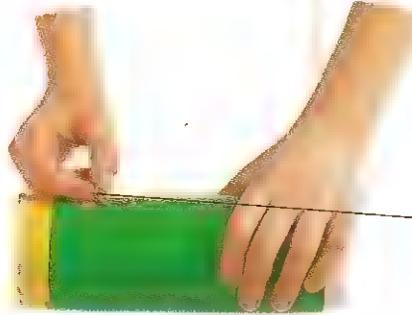


٨ رَكِّزْ حَامِلَ اللَّمْبَةِ عَلَى الْبَطَّارِيَّتَيْنِ، وَأَلصِقْ مَرْكَزَ أَعْلَى الْقَارُورَةِ فَوْقَ اللَّمْبَةِ.



٩ اِلْوِ مِشْبِكِ الْوَرَقِ، وَنَبِّتْ أَحَدَ طَرَفَيْهِ تَحْتَ لَاقِطِ الْوَرَقِ الْعُفْلِيِّ. هَذَا هُوَ الْمِفْتَاحُ.

إِغْلَاقُ الْمِفْتَاحِ يَجْعَلُ الْكَهْرَبَاءَ تَسْرِي عَبْرَ الْأَسْلَاقِ مِنْ الْبَطَّارِيَّتَيْنِ إِلَى اللَّمْبَةِ.



١٠ اِحْبِسِ الطَّرْفَ الْآخَرَ مِنْ مِشْبِكِ الْوَرَقِ عَلَى لَاقِطِ الْوَرَقِ الْعُلْوِيِّ. الْمِصْبَاحُ يُضِيءُ!

اللَّمْبَةُ تُضِيءُ إِذْ تَسْرِي فِيهَا الْكَهْرَبَاءُ.

لَمْبَةٌ سَاطِعَةٌ فِي دَاخِلِ اللَّمْبَةِ الْكَهْرَبَائِيَّةِ سِلْكَ رَفِيعٌ تُسَمِّيهِ «شُعِيرَةٌ». وَهَذِهِ تَتَوَهَّجُ بِحَرَارَةٍ عَالِيَةٍ جَدًّا، حِينَ سَرَيَانَ الْكَهْرَبَاءِ فِيهَا. وَيَمْتَلِئُ غَازٌ فِي دَاخِلِ اللَّمْبَةِ الشُّعِيرَةَ مِنْ الْإِحْتِرَاقِ بِفِعْلِ الْحَرَارَةِ الشَّدِيدَةِ.



الضَّوُّ يَنْعَكِسُ عَنِ وَرَقِ الْأَلْمِينِيومِ اللَّمَّاعِ مُوَلِّدًا حُرْمَةً سَاطِعَةً مِنَ الضَّوِّ.



# ٣٦ بَيْت تَسْكُنُهُ الْأَشْبَاحُ

حَوْلَ، بِمُسَاعَدَةِ الْبَطَارِيَاتِ وَاللُّمْبَاتِ، صُنْدُوقًا مِّنَ الْكَرْتُونِ إِلَى بَيْتِ تَسْكُنُهُ الْأَشْبَاحُ. أَشْعِلِ الضَّوْءَ فَتَرَى أَشْبَاحًا تَشِيْعُ فِي الظُّلَامِ وَعِنَاكِبَ عِمْلَاقَةٍ تَدِبُّ أَمَامَ أَلْسِنَةِ اللَّهَبِ.



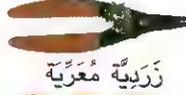
وَرَقٌّ أَبْيَضٌ وَمُلَوَّنٌ  
وَوَرَقٌّ نَسْخَ



ثَلَاثُ بَطَارِيَاتٍ  
١,٥ قُلْطُ



أَسْلَاكُ تَنْظِيفِ الْغَلْبُونِ



زُرِّيَّةٌ مَعْرِيَّةٌ



شَرِيْطُ لَاصِقٍ



صِنَارَةٌ (إِبْرَةٌ) حَبْكَ



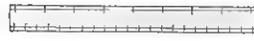
مَاءٌ



طِلَاءُ  
أَرْجَوَانِيَّ  
(شَدِيدِ الْحُمْرَةِ)



مِفْكَ بَرَاغِيٍّ مُتَصَالِبِ الرَّأْسِ



مِسْطَرَّةٌ



سِلْوْفَانٌ  
مُلَوَّنٌ



أَقْلَامٌ تَلْوِينٌ

ثَلَاثُ لَمْبَاتٍ ١,٥ قُلْطُ مُنْبَتَّةٌ  
بِحَاكَمٍ فِي حَوَائِلِهَا



غِرَاءٌ لَا لَوْنَ لَهُ



ثَلَاثَةٌ مَفَاتِيحَ  
(أَنْظُرِ التَّجْرِبَةَ ٨٧)



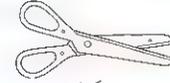
نَحْوُ مِثْرٍ وَاحِدٍ  
مِنَ سَيْلِكٍ مُغْلَفٍ



فَرَشَةٌ رَسْمٍ



قَلَمٌ رِصَاصٌ



مِقْصٌ



صُنْدُوقٌ  
كَرْتُونٍ كَبِيرٌ



٣ مَرَّرِ الْأَسْلَاكَ عَبْرَ ثُقُوبٍ فِي جَانِبِي الصُّنْدُوقِ وَقَفَاهُ: زَوْجٌ فِي كُلِّ جَانِبٍ وَزَوْجٌ فِي الْقَفَا. صِلْ كُلَّ زَوْجٍ مِنَ الْأَسْلَاكِ بِمِفْتَاحٍ وَبَطَارِيَّةٍ.

٢ اِظْلِ اِدْخَالَ الصُّنْدُوقِ بِاللُّوْنِ الْأَرْجَوَانِيِّ، قَصِّ مِنَ السَّلْكِ سِتَّةَ أَطْوَالٍ. عَرِّ أَطْرَافَ الْأَسْلَاكِ، وَصِلْ سَيْلِكِينَ بِكُلِّ حَامِلٍ لَمْبَةٍ.

١ اِقْلِبْ طَيَّاتِ الصُّنْدُوقِ السُّفْلَى وَأَلْصِقْهَا إِلَى الْجَوَانِبِ. أَلْصِقِ الطَّيَّاتَيْنِ الْعُلُويَّتَيْنِ الطَّوِيلَتَيْنِ مَعًا. وَقَصِّ الطَّيَّاتَيْنِ الْجَانِبِيَّتَيْنِ.



٦ أَلْصِقِ الْبَابَ وَالْمَوْقِدَ وَالنَّارَ أَمَامَ لَمْبَتَيْنِ. وَعَرِّ الْمَفْرُوشَاتِ فِي مَوَاضِعِهَا.

٥ اِظْلِ اِدْخَالَ طَيَّةٍ جَانِبِيَّةٍ وَفَصِّلْ فِيهَا قَوْسًا. أَلْصِقْ عَلَيْهَا أَلْسِنَةَ لَهَبٍ مِنْ وَرَقِ السِّلْوْفَانِ. هَذِهِ هِيَ نَارُ الْمَوْقِدِ.

٤ فَصِّلْ بَابًا لِلْبَيْتِ وَدَرَجًا (سَلْمًا) وَصُورَةً وَمَوْقِدًا وَمَفْرُوشَاتٍ، وَلَوْنَهَا.

## تَوْهَجُ شَبَحِي

هذه العالمة تُعْمَلُ بالضوء «فَوْقَ  
الْبَيْتِ سَجِي» عَيْرِ الْمَرِي. إِنَّ أَسْبَعَهُ هَذَا  
الضُّوءُ تُسَاعِدُهَا فِي رُؤْيَةِ مَادَّةٍ هَامَّةٍ فِي  
أُتُوبِ الْإِخْتِيَارِ. وَهِيَ أَيْضًا تَجْعَلُ مَلَابِسَهَا  
تَشِعُّ. وَلِهَذَا تُسْتَعْمَلُ هَذِهِ الْأَشْبَعَةُ أحيانًا  
فِي بَعْضِ مَرَابِعِ اللَّهْوِ لَجْعَلِ  
النَّاسَ مُشْعِينَ.



أَعِدَّ عِنَاكِبَ شَعْرَاءَ. تَحْتَاجُ لِلْقَوَائِمِ  
إِلَى أَرْبَعَةِ أَنْصَافٍ مِنْ أَسْلَاكٍ تَنْظِيفِ  
الْعَلْيُونِ. لُفَّ حَوْلَ الْقَوَائِمِ سِلْكَ تَنْظِيفِ  
كَامِلًا لِيَكُونَ لِلْعَنَكَبُوتِ جَسَدٌ.

أُرْسِمُ عَلَى الْوَرَقِ الْمَلُونِ أَشْكَالًا  
شَبَحِيَّةً مُخِيفَةً. فَصَلِّهَا لِتَكُونَ أَشْبَاحًا  
لِيَبَيْتِكَ الْمَسْكُونِ.

لَمْبَةٌ تُضِيءُ خَلْفَ  
الشَّيْحِ الْأَحْمَرِ.

عَرَّ الْمَفَاتِيحَ إِلَى  
جَانِبِي الْبَيْتِ وَقَفَاءً.

أَلْصِقْ شَبْحًا أَمَامَ اللَّمْبَةِ الْقَائِلَةِ. ثُمَّ  
عَلِّقْ سَائِرَ الْأَشْبَاحِ وَالْعِنَاكِبِ. صِلْ  
مَفَاتِيحَ الْكَهْرَبَاءِ  
فِي بَيْتِكَ  
الْمَسْكُونِ  
بِالْأَشْبَاحِ.

سِلْكَ  
قَصِيرٌ يَصِلُ  
كُلَّ مِفْتَاحِ  
بِطَارِيَّةٍ.



لَمْبَةٌ أُخْرَى تَجْعَلُ  
الْسِّنَةَ اللَّهَبِ تَتَوْهَجُ.

هَذِهِ الْبِطَارِيَّةُ تُضِيءُ  
الْلَمْبَةَ وَرَاءَ الْبَابِ.

# ٣٧ رَكْبُ كَامِيرَا

ما تَحْتَاجُ إِلَيْهِ:



عَدَسَةٌ مُكَبِّرَةٌ



عَلْبَةٌ مَنَادِيلٍ وَرَقٍ فَارِغَةٌ



شَرِيْطَ لاصِقٍ



مِقْصٌ



قَلَمٌ



أَنْبُوبٌ كَرْتُونٌ

وَرَقٌ نَسْخٍ

إِصْنَعُ كَامِيرَا بَسِيطَةً لِتَرِي كَيْفَ تَعْمَلُ. إِنَّ فِي نَمُودَجِكَ عَدَسَةً (رُجَاجَةً) مُكَبِّرَةً تَعْمَلُ عَلَى تَشْكِيلِ صُورَةٍ، تَمَامًا كَمَا تَعْمَلُ العَدَسَةُ فِي الكَامِيرَا الحَقِيقِيَّةِ.

٣ أَدْخِلِ الْأَنْبُوبَ فِي الفُتْحَةِ الَّتِي قَوَّرْتَهَا. يَتَّبِعِي أَنْ يَتَحَرَّكَ الْأَنْبُوبُ دُخُولًا وَخُرُوجًا.

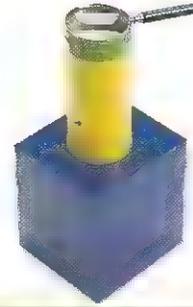
٢ قَوِّرْ بِنَاتِّ الدَّائِرَةِ الَّتِي رَسَمْتَهَا عَلَى عَلْبَةِ مَنَادِيلِ الْوَرَقِ.



١ رَكِّزِ الْأَنْبُوبَ عَلَى جَانِبِ العَلْبَةِ فِي مُقَابِلِ فُتْحَتِهَا. أُرْسِمُ حَوْلَهُ حَظًّا.

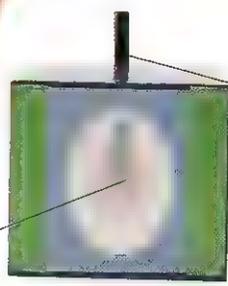
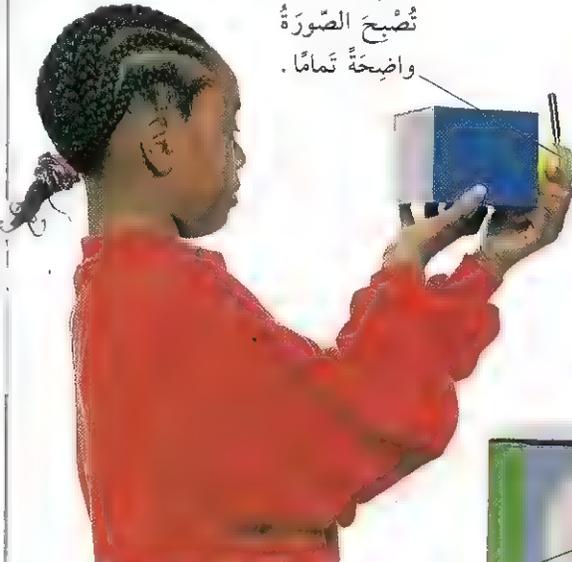


٥ أَلْصِقِي وَرَقَ النِّسْخِ فَوْقَ فُتْحَةِ العَلْبَةِ. الْآنَ يُمْكِنُكَ أَنْ تَسْتَخْدِمَ كَامِيرَتَكَ.



٤ أَلْصِقِي العَدَسَةَ المُكَبِّرَةَ إِلَى ظَرْفِ الْأَنْبُوبِ الْإِصْفَاءَ مُحْكَمًا.

٦ وَجِّهْ الكَامِيرَا إِلَى جِسْمٍ جَيِّدِ الإِضَاءَةِ، فَتُظْهِرُ صُورَتَهُ عَلَى وَرَقَةِ النِّسْخِ. حَرِّكِ الْأَنْبُوبَ دَاخِلًا وَخَارِجًا إِلَى أَنْ تُصْبِحَ الصُّورَةُ وَاضِحَةً تَمَامًا.



تَتَشَكَّلُ صُورَةٌ حَيْثُ تَلْتَقِي أَشِعَّةُ الصُّوْرِ. إِنَّهَا صُورَةٌ مَعكُوسَةٌ وَمَقْلُونَةٌ رَأْسًا عَلَى عَقَبِ.

إِنَّ العَدَسَةَ المُكَبِّرَةَ تُكْسِرُ أَشِعَّةَ الصُّوْرِ الْآتِيَةِ مِنَ الْأَزْهَارِ فَتَلْتَقِي عَلَى الْوَرَقَةِ.

## إِتْقَانُ الصُّورِ

إِنَّ لِلْكَامِيرَا الحَقِيقِيَّةِ عَدَسَةً كَالْعَدَسَةِ المُكَبِّرَةِ، وَلِهَا الفِلمُ بَدَلِ وَرَقَةِ النِّسْخِ. عِنْدَمَا تَلْتَقِطُ صُورَةً يَمُرُّ الصُّوْرُ عَبْرَ العَدَسَةِ وَيُسَكَّلُ عَلَى الفِلمِ صُورَةٌ مَقْلُونَةٌ رَأْسًا عَلَى عَقَبِ. الفِلمُ يُسَجَّلُ هَذِهِ الصُّورَةَ. وَعِنْدَ تَظْهِيرِ الفِلمِ، تَرَى الصُّورَةَ مَظْبُوعَةً أَوْ تَرَاهَا فِي شَرِيحَةٍ (سَلَايْدِ).



# ٣٨ صُور ضوئية

ما نحتاج إليه:



إِعْرِفْ كَيْفَ يَتِمُّ التَّصْوِيرُ الفوتوغرافيُّ  
بِأَخِذِ صُورٍ فوتوغرافيَّةٍ. لا تَحْتَاجُ إِلَى  
كاميرا أو أَجْهَزةٍ خَاصَّةٍ - تَحْتَاجُ فَحَقَّظْ  
إِلَى بَضْعَةٍ أَجْسامٍ بَسِيطَةٍ كَمِشْطٍ وَرِيشَةٍ.  
ولا يَتَطَلَّبُ الأَمْرُ إِلا دَقَائِقَ مَعْدُودَةً  
لِتَشْكَلَ صُورٌ هَذِهِ الأَجْسامِ.

٣ اذْهَبْ إِلَى المِصْبَاحِ إِلَى الوَرَقَةِ.  
أَضِيئُهُ، وَانْتِرْكُهُ مُضَاءً دَقَائِقَ، ثُمَّ أَطْفِئْهُ.

٢ أَخْرِجْ مِنَ العُلبَةِ وَرَقَةً تَصْوِيرٍ  
فوتوغرافيٍّ وَاحِدَةً. وَبِسُرْعَةٍ ضَعَّ عَلَيْهَا  
الْوَرَقَةَ السُّودَّةَ وَالْأَجْسامَ الصَّغِيرَةَ.

١ اذْهَبْ إِلَى المِصْبَاحِ عَلَى الوَرَقَةِ السُّودَّةِ  
أَشْكالاً لَطِيفَةً. فَصَلِّهَا بِتَأَنٍّ. إِخْتَرْ  
مَا شِئْتَ مِنَ أَشْكالٍ.



لا تَعْبَثْ بِالْوَرَقَةِ  
وَالْأَجْسامِ.



قَبْلَ أَنْ تُخْرِجَ الوَرَقَةَ مِنْ  
عُلبَتِهَا عَنِّمِ العُرْفَةَ أَكْثَرَ مَا  
يُمْكِنُ مِنْ تَعْنِيمِ.



أَشْكالٌ مِثْلُ القَمَرِ  
وَالنُّجُومِ تَصَلِّحُ  
لهَذِهِ التَّجْرِبَةَ.

٤ إِزْفَعْ الأَجْسامَ عَنِ الوَرَقَةِ  
التَّصْوِيرِ، فَتَرَى أَنَّ صُورَتِهَا قَدْ  
انْطَبَعَتْ مَكَانَهَا!

حَيْثُ يَصِلُ الضُّوءُ تَتَحَوَّلُ  
الْوَرَقَةُ إِلَى لَوْنٍ قَائِمٍ.

الأَجْزاءُ الَّتِي كَانَتْ  
مُعْطَاةً تَقَلُّ بِبَيْضَاءٍ.



٥ سُرْعَانَ مَا يَطالُ اللُّونُ القَائِمُ  
الْوَرَقَةَ كُلِّهَا. ذَلِكَ أَنَّ الضُّوءَ يَصِلُ  
الآنَ إِلَى كُلِّ جُزْءٍ فِيهَا.

مَقْصُورَةُ التَّصْوِيرِ

فِي مَقْصُورَةِ التَّصْوِيرِ، تُشْكَلُ عَدَسَةٌ  
صُورًا لَكَ عَلَى شَرِيطٍ مِنْ وَرَقٍ تَصْوِيرٍ  
فوتوغرافيٍّ. وَفِي المَقْصُورَةِ مَكِنَّةٌ تُعَالِجُ  
الْوَرَقَ بِمَوادِّ كِيمَاوِيَّةٍ لَجْعَلِ الصُّورَ دائِمَةً.



# الألوان



## قوس ألوان

يَتَشَكَّلُ قَوْسُ قَوْحٍ عِنْدَمَا تُضِيءُ  
أَشِعَّةُ الشَّمْسِ سَمَاءً مُمَطَّرَةً .  
فَطَرَاتُ المَطَرِ تُحَوِّلُ أَشِعَّةَ  
الشَّمْسِ البَيْضَاءِ إِلَى حُرْمَةٍ مِنْ  
الألوانِ . ولا تَرى قَوْسَ قَوْحٍ  
إِلَّا إِذَا كَانَتِ الشَّمْسُ تُشِعُّ مِنْ  
وَرَائِكَ .

## ألوان مموّهة

لبعض الحيوانات، ومنها هذه  
الجرباء الخضراء، ألوان تشاكل ما  
حولها. وهكذا لا يسهل على  
الحيوانات الأخرى رؤيتها.

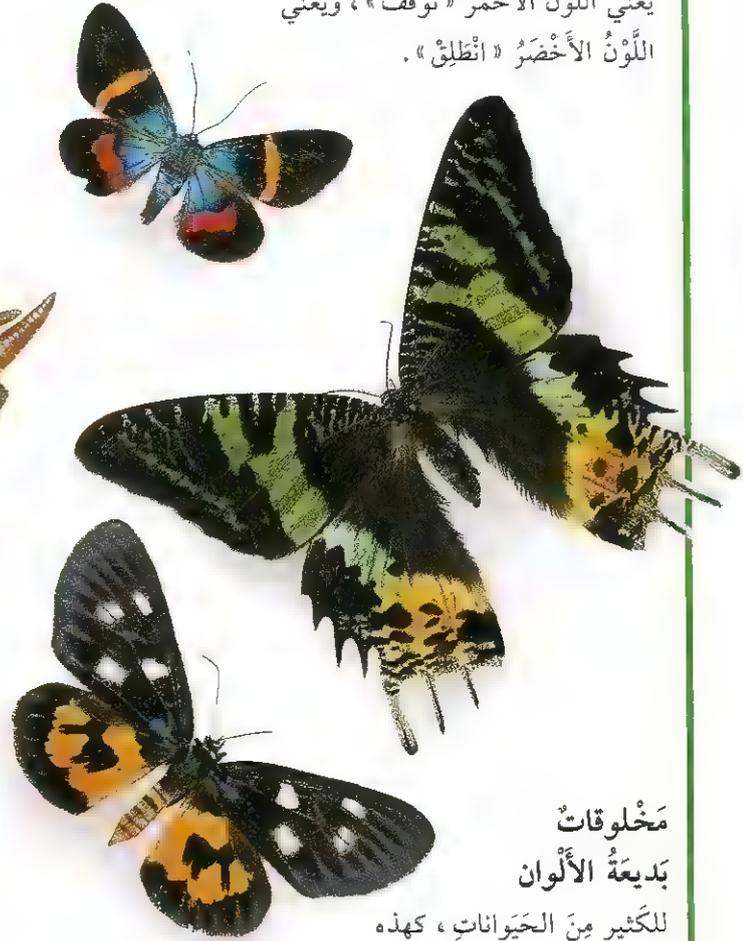


تَحَيَّلُ عَالَمًا لا لَوْنَ فِيهِ . فكأنك تَعِيشُ  
في فِلمٍ قَدِيمٍ مِنْ أَفلامِ اللُّوْنَيْنِ الأَبْيَضِ  
والأَسْوَدِ! الأَلْوَانُ تَمَلَأُ عَالَمَنَا جَمَالًا . في  
الطَّبِيعَةِ أَلْوَانٌ بَدِيعَةٌ ، وَنَحْنُ نَسْتَحْدِثُ  
الأَلْوَانَ فِي ثِيَابِنَا وَفِي تَزْيِينِ مَنَارِلِنَا .  
الأَلْوَانُ فِي الضَّوِّ الَّذِي يَأْتِينَا مِنَ الأَجْسَامِ .  
الضَّوِّ الأَحْمَرِ ، عَلَى سَبِيلِ المِثَالِ ،  
يَأْتِينَا مِنَ الأَجْسَامِ الحَمْرَاءِ . وَنَعْرِفُ  
الأَلْوَانَ حِينَ يَصِلُ الضَّوُّ إِلَى عِيُونِنَا .



## رموز لونية

نُعْطِي الأَلْوَانَ مَعَانِي خاصَّةً . ففي  
إشاراتِ المُرورِ ، عَلَى سَبِيلِ المِثَالِ ،  
يَعْنِي اللُّونُ الأَحْمَرُ « تَوَقَّفْ » ، وَيَعْنِي  
اللُّونُ الأَخْضَرُ « انْطَلِقْ » .



## مخلوقات بديعة الألوان

للكتير من الحيوانات، كهذه  
الفراشات الجميلة، ألوان زاهية.  
هذه الألوان قد تجتذب حيوانات  
أخرى أو تحذرها من الإقتراب.

# ٣٩ اِعْمَلْ قَوْسَ قَرَحٍ

ما نَحْتاجُ إليه:

تَسْتَطِيعُ أَنْ تَرَى قَوْسَ قَرَحٍ دُونَ أَنْ تَضْطَرَّ إِلَى انْتِظَارِ تَساقُطِ الأمطارِ .  
الضَّوءُ « الأَبْيَضُ » أَي الَّذِي لَا لَوْنَ لَهُ هُوَ فِي الوَاقِعِ مَزيجٌ مِنْ ألوانِ قَوْسِ قَرَحٍ كُلِّهَا . وَالْماءُ يَفْصِلُ (يُحَلِّلُ) اللُّوْنَ الأَبْيَضَ إِلَى ألوانِهِ المُخْتَلِفَةِ .



مَعجونٌ تُشكِلُ



وَرَقٌ مَقْوَى أَبْيَضٌ

صَحْنٌ قَلِيلُ العُمقِ

مِصْبَاحٌ يَدَوِيٌّ ساطِعٌ

مِرْآةٌ

مِرْآةٌ

٣ وَجِّهْ ضَوْءَ المِصْبَاحِ إِلَى جانِبِ المِرْآةِ المَعْمُورِ بالماءِ .

٢ ضَعِ المِرْآةَ فِي الصَّحْنِ . اسْتَخْدِمِ مَعجونَ تُشكِلُ لِتَرَكِيزِها بِحَيْثُ تَكُونُ مائِلَةً .

١ صَبِّ فِي الصَّحْنِ ماءً إِلَى نَحْوِ نِصْفِهِ .



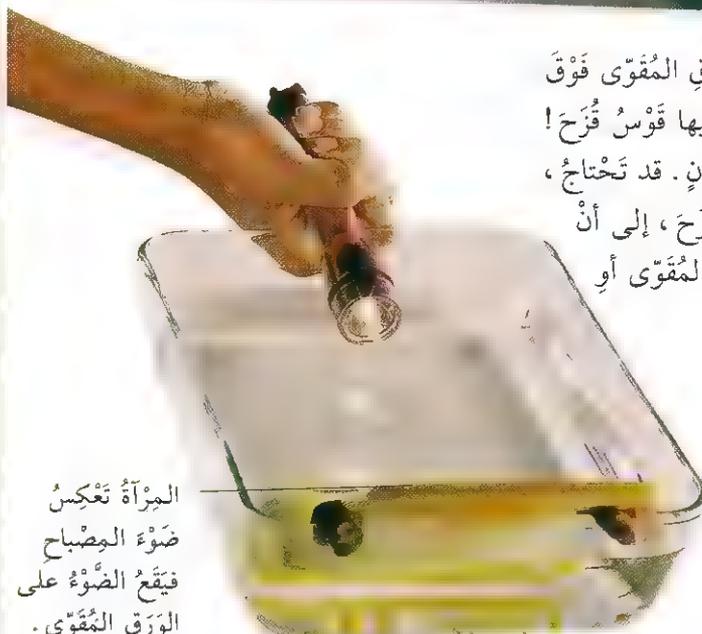
يَتَحَلَّلُ ضَوْءُ المِصْبَاحِ الأَبْيَضُ ، فِي دُخُولِهِ الماءَ وَخُرُوجِهِ مِنْهُ ، إِلَى نِطَاقَاتٍ أَوْ حَزَمٍ مِنْ ألوانِ .



## داخِلِ قَوْسِ قَرَحٍ

عندما تَرى قَوْسَ قَرَحٍ ، أَنْتَ تَرى أَشِعَّةَ ضَوْءِ الشَّمْسِ . أَشِعَّةُ الشَّمْسِ البَيْضاءُ هذِهِ تَعكِسُها قَطراتُ المَطَرِ ، الَّتِي تُحَلِّلُها إِلَى ألوانِ قَوْسِ قَرَحٍ المُخْتَلِفَةِ .

٤ اِمْسِكْ رُقْعَةَ الوَرَقِ المَقْوَى فَوْقَ الصَّحْنِ ، فَيَرْتَسِمُ عَلَيْها قَوْسُ قَرَحٍ ! أَنْظِرْ كَمَ تَرى مِنْ ألوانِ . قَدْ تَحْتاجُ ، قَبْلَ أَنْ تَرى قَوْسَ قَرَحٍ ، إِلَى أَنْ تُحَرِّكَ رُقْعَةَ الوَرَقِ المَقْوَى أَوْ المِصْبَاحِ .



## ٤٠ غُرُوب مَظْنُوع

تَتَّخِذُ أَشِعَّةُ الشَّمْسِ عِنْدَ الْغُرُوبِ أَلْوَانًا  
بُرْتُقَالِيَّةً وَحَمْرَاءَ بَدِيعَةً. إِعْرِفْ كَيْفَ  
يَحْدُثُ ذَلِكَ بِأَنْ تَصْنَعَ أَنْتَ نَفْسُكَ  
غُرُوبًا. تَسْتَطِيعُ أَنْ تَفْعَلَ ذَلِكَ بِاسْتِخْدَامِ  
مِصْبَاحٍ وَكُوبٍ مِنْ مَاءٍ حَلِيبِيٍّ (لَبَنِيٍّ).



مِلْعَقَةٌ



مِصْبَاحٌ يَدَوِّيٌّ



دَوْرَقٌ مَاءٍ رُجَاجِيٍّ



حَلِيبٌ (لَبَنٌ)

٣ حَرِّكَ الْمَاءَ  
بِرَفْقٍ بِحَيْثُ  
يَنْصَبُ كُلُّهُ بِلَوْنٍ  
أَبْيَضٍ خَفِيفٍ.



٢ صُبَّ  
قَلِيلًا مِنْ  
الْحَلِيبِ فِي  
مَاءِ الدَّوْرَقِ.



١ وَجَّةَ ضَوْءِ الْمِصْبَاحِ عَبْرَ  
دَوْرَقِ الْمَاءِ، فَيَبْدُو أَبْيَضَ،  
كَمَا تَكُونُ الشَّمْسُ وَهِيَ  
عَالِيَّةٌ فِي كَيْدِ السَّمَاءِ.

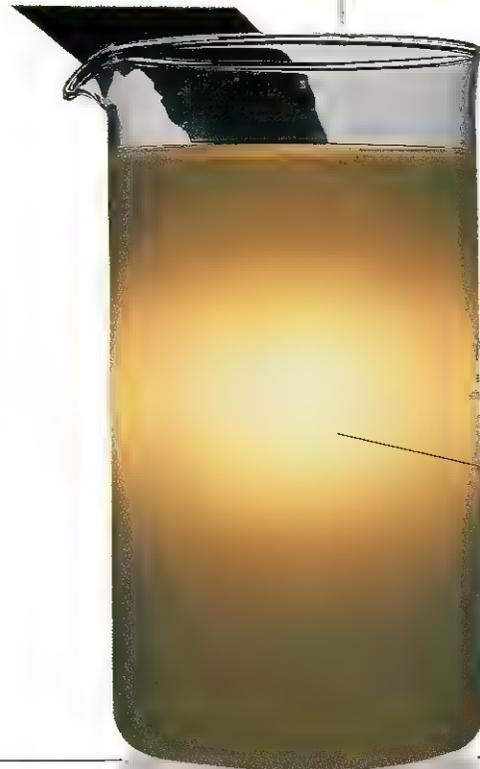


### فَجْرٌ وَرَدِّيٌّ وَعَسَقٌ نَارِيٌّ

فِي الصَّبَاحِ وَالْمَسَاءِ تَكُونُ الشَّمْسُ مَائِلَةً  
فِي السَّمَاءِ. وَهَكَذَا تَمُرُّ أَشِعَّتُهَا عَبْرَ مَجَالِ  
هَوَائِيٍّ أَكْبَرَ مِمَّا تَمُرُّ بِهِ فِي أَوْقَاتِ النَّهَارِ  
الْأُخْرَى. وَتُوقَفُ جُسَيْمَاتُ دَقِيقَةً فِي  
الهَوَاءِ جَانِبًا كَبِيرًا مِنْ أَشِعَّةِ الشَّمْسِ، وَلَا  
يَصِلُ إِلَّا اللَّوْنَانِ الْبُرْتُقَالِيُّ وَالْأَحْمَرُ.



٤ وَجَّةَ ضَوْءِ الْمِصْبَاحِ  
إِلَى الْمَاءِ ثَانِيَةً. يَبْدُو  
ضَوْءُ الْمِصْبَاحِ الْآنَ  
أَحْمَرَ بُرْتُقَالِيًّا، تَمَامًا  
كَلَوْنِ الشَّمْسِ الْغَارِبَةِ!



إِنَّ جُسَيْمَاتِ الْحَلِيبِ  
الدَّقِيقَةَ فِي الْمَاءِ تُوقَفُ  
بَعْضَ أَلْوَانِ الضَّوِّ الْآتِي  
مِنَ الْمِصْبَاحِ. وَلَا يَمُرُّ  
إِلَّا اللَّوْنَانِ الْبُرْتُقَالِيُّ  
وَالْأَحْمَرُ.

# ٤١ اِكْتَشِفْ أَلْوَانًا خَفِيَّةً



مَشَابِكُ وَرَقٍ

مَا نَحْتَاجُ  
إِلَيْهِ:



قَطْرَةٌ



أَلْوَانٌ مِنَ الْجِبْرِ وَمُلَوِّنَاتُ طَعَامٍ

يَحْكِنُ لِلوَرَقِ النِّشَافِ ، الَّذِي يَتَشَرَّبُ  
المَاءَ وَنَحْوَهُ ، أَنْ يَفْصَلَ أَلْوَانَ الْجِبْرِ أَوْ  
مُلَوِّنَ الطَّعَامِ . ذَلِكَ أَنَّهُ يَتَشَرَّبُ أَلْوَانًا  
أَسْرَعَ مِمَّا يَتَشَرَّبُ أُخْرَى . جِدِ الأَلْوَانَ  
الْخَفِيَّةَ فِي السَّوَائِلِ الذَّاكِنَةِ .

قَضِيبٌ  
رَفِيعٌ

مَرَطَبَانَاتُ (بِرطمانات)   
صَغِيرَةٌ

وَرَقٌ نِشَافٌ

٢ مَزِّقِ الوَرَقَ النِّشَافَ  
إِلَى شِقَقٍ تَبْتَهَا إِلَى  
القَضِيبِ . ضَعِ قَطْرَةً مِنْ  
كُلِّ مَرِيجٍ قُرْبَ طَرَفِ  
كُلِّ شِقَّةٍ .

١ اِعْمَلْ فِي كُلِّ مَرَطَبَانٍ  
مَرِيجًا مُخْتَلَفًا مِنْ جِبْرِ وَمُلَوِّنِ  
طَعَامٍ .

إِذْ تَمْتَرِجُ الأَلْوَانَ  
يُصْبِحُ لَوْنُ  
المَرِيجِ دَاكِنًا .



## صَنَعُ الطَّلَاءِ

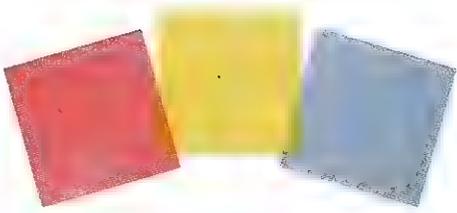
يَحْتَوِي وَعَاءٌ مِنَ الطَّلَاءِ المُلَوَّنِ أَكْثَرَ مِنْ  
لَوْنٍ وَاحِدٍ - والألوان خَفِيَّةٌ . تُصْنَعُ الأَلْوَانُ  
بِمَزْجِ أَصْبَاغٍ مُخْتَلَفَةٍ مَعًا . المَرَجَاتُ  
المُخْتَلَفَةُ تُعْطِي أَلْوَانًا مُخْتَلَفَةً .



٣ نَظِّفِ المَرَطَبَانَاتِ ، وَصَبِّ فِي كُلِّ  
مِنْهَا شَيْئًا مِنْ مَاءٍ صَافٍ . أَنْزِلِ شِقَقَ  
الوَرَقِ فِي المَرَطَبَانَاتِ بَحَيْثُ يَمَسُّ  
المَاءَ أَوَّلَ أَطْرَافِهَا . تَتَحَرَّكُ الأَلْوَانُ فِي  
كُلِّ شِقَّةٍ عُلُوًّا مُتَفَصِّلَةً إِلَى نِطَاقَاتِ أَوْ  
حَرَمِ لَوْنِيَّةٍ مُخْتَلَفَةٍ .

# ٤٢ أَمْزِجْ أَلْوَانًا

ما نَحْتَاجُ إِلَيْهِ:



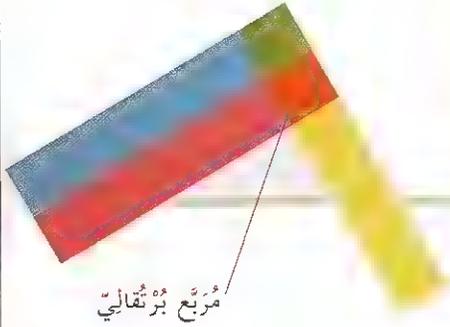
صَفَائِحُ پِلَاسْتِيكِيَّةٌ شَفَافَةٌ بِأَلْوَانِ أَزْرَقٍ وَأَصْفَرٍ وَأَحْمَرَ

صُورُ الكُتُبِ ، كَهذا الكِتابِ الَّذِي بَيْنَ يَدَيْكَ ، تُرِيكَ أَلْوَانَ قَوْسِ قُزَحٍ كُلِّهَا . ومع ذلك فلا يُسْتَعْدَمُ فِي الحُصُولِ عَلَيْهَا كُلِّهَا إِلَّا ثَلَاثَةُ أَلْوَانٍ وَاللُّونُ الْأَسْوَدُ . أَرِ كَيْفَ تَمْزِجُ لَوْنَيْنِ أَوْ ثَلَاثَةَ أَلْوَانٍ وَتَحْصُلُ عَلَى أَيِّ لَوْنٍ تُرِيدُ .

٣ أَضِفْ شَقَّةَ حَمْرَاءَ بَادِئًا نُمُودَجًا مِنْ مُرَبَّعَاتٍ . لَاحِظْ كَيْفَ يَمْزِجُ اللَّوْنَانِ الْأَحْمَرَ وَالْأَصْفَرَ لِيشْكَلا لَوْنًا بُرْتَقَالِيًّا .

٢ ضَعُ فَوْقَ سَطْحِ أبيضِ شَقَّةَ صَفْرَاءَ وَأُخْرَى زَرْقَاءَ . يَمْزِجُ اللَّوْنَانِ حَيْثُ تَتْرَاكِبُ الشَّقَّتَانِ وَيَشْكَلا لَوْنًا أَخْضَرَ .

١ قَصِّ صَفَائِحَ الْپِلَاسْتِيكِ إِلَى شِقِّي مُتَسَاوِيَةٍ العَرْضِ .



مُرَبَّعٌ بُرْتَقَالِيٌّ



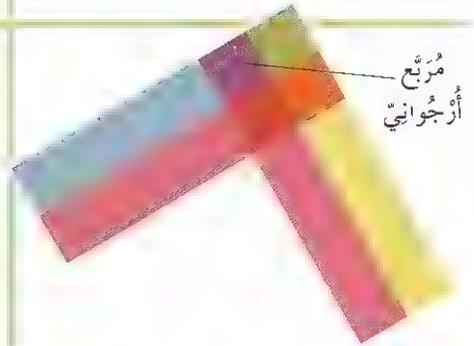
الأَصْفَرُ وَالْأَزْرَقُ يُشْكَلا لَوْنًا الْأَخْضَرَ .

٥ أَضِفْ شِقَّةً أُخْرَى . تَمْزِجُ الأَلْوَانَ الحَمْرَاءَ وَالزَّرْقَاءَ وَالصَّفْرَاءَ مُشْكَلا أَلْوَانًا مُخْتَلِفَةً .

٤ ضَعُ فَوْقَ الشَّقَّةِ الزَّرْقَاءِ شَقَّةَ حَمْرَاءَ تَتَّصَلِبُ مَعَهَا . يَشْكَلا حَيْثُ يَلْتَقِي اللَّوْنَانِ ، لَوْنًا أُزْجَوَانِيًّا (شَدِيدُ الحَمْرَةِ) .



الأَصْفَرُ وَالْأَحْمَرَ يُشْكَلا لَوْنًا بُرْتَقَالِيًّا .



مُرَبَّعٌ أُزْجَوَانِيٌّ

الأَزْرَقُ وَالْأَحْمَرَ يُشْكَلا لَوْنًا الْأُزْجَوَانِيًّا .

تَشْكَلا أَلْوَانًا صَفْرَاءَ وَحَمْرَاءَ وَزَرْقَاءَ زَاهِيَةً حَيْثُ تَتْرَاكِبُ الأَلْوَانَ نَفْسَهَا .

## ٤٣ دَوْمُ أَلْوَانَا

ما نَحْتَاجُ إِلَيْهِ:

يَدُو وَكَأَنَّ اللَّوْنَ الْأَبْيَضَ الْعَادِيَّ ،  
كَلَوْنَ أَشْيَعَةَ الشَّمْسِ ، لَا لَوْنَ لَهُ . لَكِنَّهُ  
يَحْتَوِي أَلْوَانَ قَوْسِ قُزَحٍ كُلِّهَا ! لَوْنٌ  
قُرْصًا وَدَوْمُهُ لِتِرِي هَذِهِ الْحَقِيقَةُ .  
الْمُدْهِشَةُ .

قُرْشَتَا رَسْمٍ



مَاءٌ لِلطَّلَاءِ



مِنْقَلَةٌ

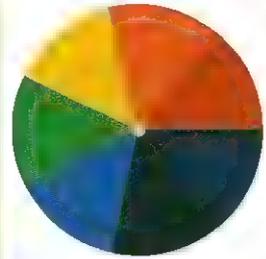


قَلَمُ رِصَاصٍ  
مُرْوَسٌ



طِلَاءَاتُ أَلْوَانِهَا بِنَفْسَجِيٍّ ، نَيْلِيٍّ ، أَرْزَقٍ ،  
أَخْضَرَ ، أَصْفَرَ ، بُرْتُقَالِيٍّ وَأَحْمَرَ

٢ اِعْمَلْ فُتْحَةً فِي  
مَرَكِّزِ الْقُرْصِ ، وَأَدْخِلْ  
فِيهَا رَأْسَ قَلَمِ الرِّصَاصِ .  
أَبْرُمِ الْقُرْصَ . تَحْتَفِي  
الْأَلْوَانُ إِذْ تَمْتَرِجُ ،  
وَيَتَشَكَّلُ لَوْنٌ أَبْيَضٌ .



١ فَصِّلْ قُرْصًا  
مِنْ وَرَقِ مَقْوَى  
أَبْيَضٍ . اسْتَخْدِمِ  
الْمِنْقَلَةَ لِتَعْلِيمِ  
سَبْعَةِ قِطَاعَاتٍ .  
لَوْنٌ كَلًّا مِنْهَا بِلَوْنٍ  
مُخْتَلِفٍ .

تَدْوِيمٌ بَطِيءٌ



تَدْوِيمٌ  
سَرِيعٌ

## ٤٤ تَغْيِيرُ الْأَلْوَانِ

ما نَحْتَاجُ إِلَيْهِ:

يَأْخُذُ الْجِسْمُ لَوْنَهُ بِعَكْسِهِ الضَّوِّءِ . وَبَدَلًا مِنْ أَنْ  
يَعْكَسَ أَلْوَانَ الضَّوِّءِ كُلِّهَا فَإِنَّهُ يَعْكَسُ بَعْضَهَا  
فَقَطُّ . أَرِ كَيْفَ يَحْدُثُ ذَلِكَ بِاسْتِخْدَامِ سِلُوفَانِ  
مُلَوَّنٍ لَا يُمَرَّرُ إِلَى عَيْنَيْكَ مِنْ أَلْوَانِ جِسْمٍ إِلَّا  
الْوَانَا مُعَيَّنَةً .



مَوْزَةٌ

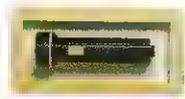
صَفْرَاءُ



تَفَاحَةٌ

خَضْرَاءُ

مِصْبَاحٌ يَدَوِيٌّ



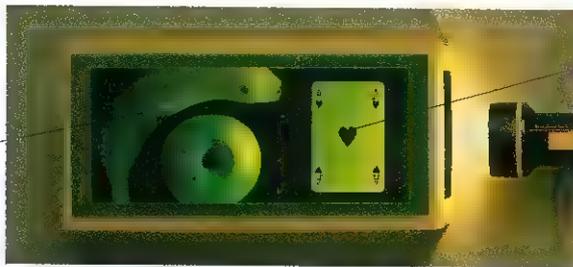
عُلْبَةٌ سَوْدَاءُ ذَاتُ فُتْحَةٍ  
جَانِبِيَّةٍ وَفُتْحَةٍ فِي الْغِطَاءِ



سِلُوفَانٌ أَحْمَرٌ  
وَأَخْضَرٌ

لَا يَمُرُّ عَبْرَ السِّلُوفَانِ  
إِلَّا الضَّوُّءُ الْأَخْضَرُ .

الْمَوْزَةُ الصَّفْرَاءُ وَالتَّفَاحَةُ  
الْخَضْرَاءُ كِلْتَاهُمَا تَعْكَسَانِ  
ضَوْءًا أَخْضَرَ .



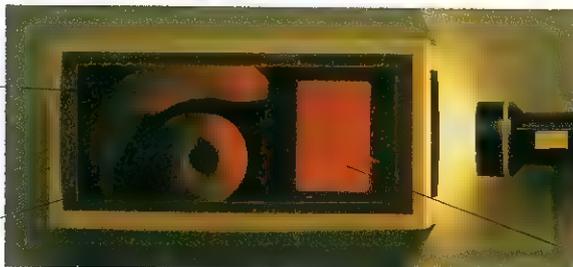
الْقَلْبُ  
الْحَمْرَاءُ فِي  
وَرَقَةِ اللَّعِبِ لَا  
تَعْكَسُ  
ضَوْءًا أَخْضَرَ ،  
فَتَبْدُو سَوْدَاءَ .

١ ضَعِ الْأَجْسَامَ فِي  
الْعُلْبَةِ . عَطِّ فُتْحَةَ غِطَاءِ  
الْعُلْبَةِ بِسِلُوفَانِ أَخْضَرَ .  
وَوَجِّهْ ضَوْءَ مِصْبَاحِ عَبْرَ  
الْفُتْحَةِ الْجَانِبِيَّةِ .

لَا يَمُرُّ عَبْرَ السِّلُوفَانِ إِلَّا  
الْوَانُ الْأَحْمَرُ .

الْمَوْزَةُ الصَّفْرَاءُ  
تَعْكَسُ الضَّوِّءَ الْأَحْمَرَ  
وَكَذَلِكَ الْأَخْضَرَ .

التَّفَاحَةُ الْخَضْرَاءُ لَا  
تَعْكَسُ الضَّوِّءَ الْأَحْمَرَ .



الْبَطَاقَةُ  
الْبَيْضَاءُ  
تَعْكَسُ الْأَلْوَانَ  
كُلِّهَا ، فَتَبْدُو  
الآنَ حَمْرَاءَ .

٢ كَرِّرِ التَّجْرِبَةَ نَفْسَهَا ،  
لَكِنْ بِسِلُوفَانِ أَحْمَرَ هَذِهِ  
الْمَرَّةَ . تَحْتَفِي الْقَلُوبُ  
الْحَمْرَاءُ فِي وَرَقَةِ اللَّعِبِ ،  
بَيْنَمَا تُعْتَمُّ التَّفَاحَةُ  
الْخَضْرَاءُ . وَتُظْهِرُ الْمَوْزَةُ  
الآنَ حَمْرَاءَ لَا صَفْرَاءَ .

# ٤٥ اِخْتِبَارُ بِالْأَلْوَانِ

ما نَحْتَاجُ إِلَيْهِ: مَاءٌ مُقَطَّرٌ، مَرْتَبَانٌ كَبِيرٌ، مِلْعَقَةٌ، قِدْرٌ، مَلْفُوفٌ (كُرْتَبٌ) أَحْمَرٌ، سِكِّينٌ وَلَوْحٌ قَرْمٌ، مِضْفَاةٌ، مُنْخَلٌ.

إِجْعَلْ سَائِلًا يُعَيِّرُ لَوْنَهُ تَغْيِيرًا مُفَاجِئًا، كَأَتْمَا بِفِعْلِ سَاحِرٍ! وَقَدْ تَسْتَخْدِمُ تَغْيِيرَ اللَّوْنِ هَذَا لِتَخْتَبِرَ مَا إِذَا كَانَتْ مَادَّةٌ مِنَ الْمَوَادِّ حَامِضِيَّةً أَوْ قَلْوِيَّةً - أَوْ لَا هَذِهِ وَلَا تِلْكَ.



٣ اَتْرُكْ مَاءَ الْمَلْفُوفِ يَبْرُدُ ثُمَّ صَفِّهِ فِي الْمَرْتَبَانِ الْكَبِيرِ.



٢ سَخِّنْ شَيْئًا مِنَ الْمَاءِ الْمُقَطَّرِ فِي قِدْرِ. أَضِفِ الْمَلْفُوفَ.



١ اُفْرَمِ الْمَلْفُوفَ الْأَحْمَرَ بِنَائٍ إِلَى قِطْعٍ صَغِيرَةٍ.

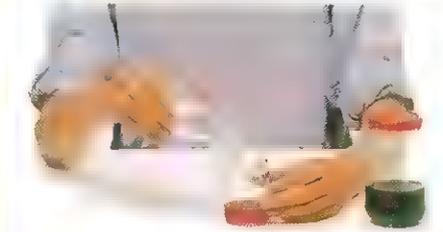


مَاءٌ مُقَطَّرٌ



عَصِيرُ لَيْمُونٍ حَامِضٍ

خَلٌّ



٤ ضَعْ مَاءَ الْمَلْفُوفِ فِي الْمَرْتَبَانِ الصَّغِيرَةِ، وَاخْتَبِرْ مَوَادًّا مُخْتَلِفَةً.

٦ أَضِفْ إِلَى مَاءِ الْمَلْفُوفِ مَاءً مُقَطَّرًا، فَيَبْقَى لَوْنُهُ أَرْجَوَانِيًّا مُحَمَّرًا. الْمَاءُ الْمُقَطَّرُ لَا هُوَ حَامِضِيٌّ وَلَا هُوَ قَلْوِيٌّ.

٥ اِخْتَبِرْ عَصِيرَ لَيْمُونٍ حَامِضٍ، خَلًّا وَزُبْدَةَ طَرْطِيرٍ. إِنَّهَا حَامِضِيَّةٌ، وَالْحَوَامِضُ تَجْعَلُ لَوْنَ مَاءِ الْمَلْفُوفِ أَحْمَرَ.

زُبْدَةُ طَرْطِيرٍ



أَمُونِيَا (غَاثُ النَّضَائِرِ)

صَوْدَا الْعَسِيلِ



بِيكَرْبُونَاتِ الصَّوْدَا



مَاءُ الْحَنْفِيَّةِ (الصَّنْبُورِ)

٨ اِخْتَبِرْ قَلِيلًا مِنَ الْأَمُونِيَا أَوْ صَوْدَا الْعَسِيلِ. هَذَانِ قَلِيَانِ قَبَوِيَّانِ يَجْعَلَانِ مَاءَ الْمَلْفُوفِ أَحْضَرَ.

٧ اِخْتَبِرْ بِيكَرْبُونَاتِ الصَّوْدَا. إِنَّهَا قَلْوِيَّةٌ ضَعِيفَةٌ يَجْعَلُ لَوْنَ مَاءِ الْمَلْفُوفِ أَرْزَقًا. لِمَاءِ الْحَنْفِيَّةِ الْأَثَرُ نَفْسُهُ.



# ٤٦ أَكْتُبُ بِحَبْرِ غَيْرِ مَرْيِيٍّ

ما نحتاج إليه:

أرسل رسالة سرية مستخدماً حبراً خفياً. عندما يستلم صاحب الرسالة رسالته يستطيع أن يجعلها مرئية بتغيير لون الورق.



وَدَقَّ أَبْيَضُ

لَيْمُونِ حَامِضُ

طاس صغير

صِبْغَةٌ يود مَرْطَبَانِ (بِرْطَمَانِ) طاس صغير

أخزن اليود في مكان أمين.



٢ ضع في المرطبان قليلاً من الماء. إسأل راشداً أن يضيف شيئاً من اليود.



١ اعصر في الطاس شيئاً من عصير الليمون.

٤ فرش الورقة

بمزيج اليود والماء.



أترك عصير الليمون يجف.

٣ استخدم

الفرش لتكتب رسالتك على الورق بعصير الليمون.



٥ مزيج اليود

يجعل الكتابة غير المرئية تظهر على الورقة!



اليود يصبغ الورقة بلوناً أرجوانياً.

عصير الليمون يمنع تغير اللون، فتظهر الكتابة بيضاء.

يمكن أن تكتب رسالتك مستخدماً الرموز، كهذه الرسالة التي استخدمت فيها الأرقام بدل الحروف.

إنحث عن النشا

يحتوي الورق على مادة النشا، وهي مادة يحولها اليود إلى لون أرجواني. اكتشف عن النشا في المأكّل. تستطيع أن تفعل ذلك بأن تُضيف إلى قطعة صغيرة من المأكّل، كالحب أو البطاطا (البطاطس)، قطرة يود. إذا تحول الطعام إلى لون أرجواني مُتسع، كان فيه نشا. بعد التجربة تخلص من الطعام الذي استخدمته.



# ٤٧ اِطْبَعْ أَشْكَالًا فَرِيدَةً

ما تَحْتَاجُ إِلَيْهِ:



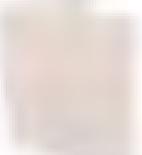
فُرْشَةٌ رَسْمٍ



طِلاءٌ مُلْصَقَاتٍ



وعاء ماء



وَدَقَّ سَمِيكٍ



زَيْتُ بَزْرِ الكَتَّانِ  
(أو كُحُولُ أَبْيَضِ)



صَيْنِيَّةٌ لَوَانٍ

اِطْبَعْ عَلَى وَرَقٍ أَشْكَالًا زَاهِيَّةً  
الْأَلْوَانِ بَدِيعَةً. تَنْتَقِلُ الْأَلْوَانُ إِلَى  
الْوَرَقِ بِالطَّرِيقَةِ نَفْسِهَا الَّتِي تَنْتَقِلُ  
بِهَا عِنْدَ طَبْعِ الصُّورِ الْمُلَوَّنَةِ فِي  
الْكِتَابِ.

٢ اَمْزِجْ مَعَ كُلِّ  
لَوْنٍ قَلِيلًا مِنَ  
الْكَحُولِ الْأَبْيَضِ  
أَوْ زَيْتِ بَزْرِ  
الْكَتَّانِ.



١ ضَعْ عَلَى صَيْنِيَّةِ  
الْأَلْوَانِ بَعْضَ  
طِلاءاتِ  
الْمُلْصَقَاتِ.

٤ أَضِفْ لَوْنًا آخَرَ. حَرِّكِ  
اللُّونَيْنِ مُدَوِّمًا بِالْفُرْشَةِ  
لِتَحْصَلَ عَلَى شَكْلِ مُتَّفَرِّدٍ.



٣ ضَعْ عَلَى الْفُرْشَةِ لَوْنًا وَاحِدًا مِنْ  
أَلْوَانِ الصَّيْنِيَّةِ وَأَثْقُلْهُ بِرَفْقٍ إِلَى مَاءِ  
الْوَعَاءِ.



٦ اِرْزُقِ الْوَرَقَةَ مِنَ  
الْمَاءِ مُتَأَنِّيًا وَابْسُطْهَا  
عَلَى سَطْحِ مُسَطَّحٍ.



٥ أَنْزِلْ فِي الْمَاءِ بِرَفْقٍ  
وَرَقَةً سَمِيكَةً، بِحَيْثُ  
تَسْتَقِرُّ فِي الْقَاعِ.



✓ أترك الورقة تجف. جرب أن تطبع مزيدًا من الأشكال مستخدمًا ألوانًا أخرى.

الرَّيْتُ المَلُونُ لا يَمْتَرِجُ بالماء، لذا يَنْتَقِلُ إلى الورقة.



**طَبْعُ بِالْأَلْوَانِ**  
لَمَكِنَاتِ طَبْعِ الْأَلْوَانِ أُسْطُوَانَاتٌ تُشَكِّلُ عَلَيْهَا الصُّورَ بِجَبْرِ مُلَوَّنٍ. يَمُرُّ الْوَرَقُ عَبْرَ هَذِهِ الْأُسْطُوَانَاتِ فَيَنْتَقِلُ الْجَبْرُ الْمَلُونُ إِلَيْهِ طَابِعًا الصُّورَ الْمَلُونَةَ.



## ٤٨ ألوان من حيث لا ندري

اجعل ألوانًا زاهية تظهر على قطعة بلاستيك شفافة. ذلك يحدث إذا نظرت خلال بعض أنواع النظارات الشمسية. يحتوي الضوء الأبيض الذي يشع عبر البلاستيك كل الألوان. النظارات الشمسية توقف بعض هذه الألوان بينما تمر ألوان أخرى.

١ ركز المصباح فوق علبة الكاسيت وشغله. ٢ البس النظارات وانظر عبرها إلى العلبة.



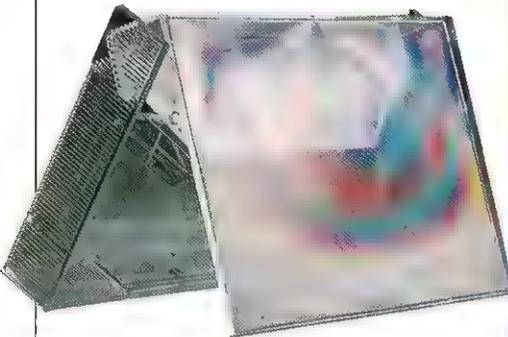
مصباح



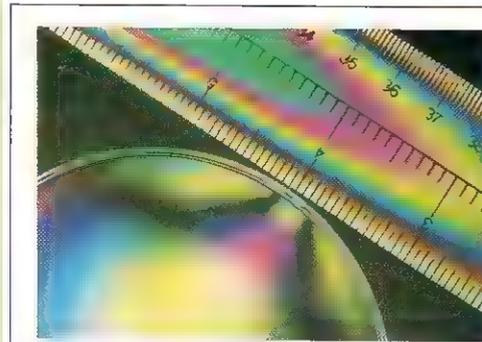
علبة كاسيت بلاستيكية



نظارات استقطابية (بلدريزية)



٣ تظهر في العلبة ألوان زاهية! البلاستيك يؤثر في الضوء الأبيض الآتي من المصباح بحيث لا يمر عبر النظارات إلا ألوان معينة.



**نقطة الانكسار**  
تستخدم مرشحات استقطابية (فلترات بلدريزية) مشابهة للنظارات لتفحص نقاط الضعف في الأجسام البلاستيكية. تظهر على الجسم البلاستيكي، إذا نظرنا إليه عبر مرشح (فلتر)، نطاقات لونية في المواضع المعرضة للانكسار.

# النُّمُو

الكائنات الحيّة تبدأ حياتها صغيرةً ، ثم تنمو وتكبر ويكتوّل نموها . يحتاج الإنسان والحيوان إلى الطّعام للنُّمو . النباتات أيضًا تنمو ، وهي أيضًا تحتاج إلى غذاء . تحصلُ معظمُ النباتات على غذائها من الهواء والماء وأشعة الشمس . وهي تستخدمُ هذا الغذاء في إنماء سويقها وأوراقها ، وأحيانًا للإزهار والإثمار . وقد تُصبحُ الأوراق والثمار حينئذٍ طعامًا للإنسان والحيوان .



أصخّم نموّ

هذه الأشجار هي أكبر الكائنات الحيّة في الدُّنيا . إنها أشجار السّكوية العملاقة التي تبدأ حياتها في بزورٍ صغيرةٍ والتي ربّما بلّغ علوّها ١١٠ أمتار .

## براعمُ مُتفتّحة

ضغُ عُصيناتٍ مُتبرّعمة في الماء . سرعانَ ما ينمو من البراعمُ أوراقٌ وأزهارٌ . هذان عُصينا قسطل (شجرة أبو قروّة) خيل .

مُنتجات من نبات يُصنع من النّبات مُنتجات عديدةٌ مُفيدة . من ذلك الثياب القطنيّة ، والورق الذي نصنعه من الأشجار .



## أجزاء حيّة

الكائنات الحيّة كلّها مُكوّنة من أجسامٍ دقيّقة جدًا تُسمّى خلايا . نستطيع أن نرى خلايا النّبات ، إذا أنت نظّرت إليه عبر عدسةٍ مُكبّرة . هذه صورةٌ مُكبّرةٌ لنبتة طحلب (حزازي) .



## طعام شهّي صحيّ

النّبات يزوّدنا بألوانٍ من الطّعام ، كالثمار والخضري . المُنتجات الغذائيّة كالحُبز والسكر مصنوعة أيضًا من النّبات .

# ٤٩ اِكْتَشِفْ مَا تَحْتَاجُ إِلَيْهِ الْبُزُورُ



إبريق ماء



طاس ماء

ما تَحْتَاجُ إِلَيْهِ:

تَبْدُو الْبُزُورُ وَكَأَنَّ لَا حَيَاةَ فِيهَا ، لَكِنَّ الْحَيَاةَ قَدْ تَدْبُ فِيهَا فَجَاءَتْ وَتَنُمُو إِلَى نَبَاتٍ . أَرِ كَيْفَ أَنَّهَا تَحْتَاجُ إِلَى ثَلَاثَةِ أَشْيَاءَ لِيَتَحَقَّقَ ذَلِكَ : مَاءً وَأُكْسِجِينٌ مِنَ الْهَوَاءِ وَدِفْءٌ .

ثَلَاثَةُ صُحُونٍ صَغِيرَةٍ عَمِيقَةٍ

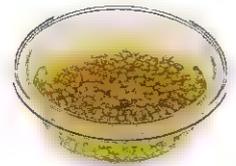
بُزُورُ لُوبِيَا ذَهَبِيَّةٍ

مَنَاشِيفُ (فُوطٌ) وَرَقِيَّةٌ

١ ضَعْ بُزُورَ الْلُوبِيَا فِي طَاسِ الْمَاءِ ، وَاتْرِكْهَا تَتَشَرَّبُ الْمَاءَ يَوْمًا .

٣ صُبَّ قَلِيلًا مِنَ الْمَاءِ فِي الصَّحْنِ الْأَوَّلِ لِنَرْطِيبِ الْمَنَشِيفَةِ .

٢ ضَعْ فِي الصُّحُونِ الصَّغِيرَةِ مَنَاشِيفَ وَرَقِيَّةٍ . قَدْ تَحْتَاجُ إِلَى أَنْ تَظْهِرَ عَلَيْهَا قَدُّ الصُّحُونِ .



٥ صُبَّ فِي الصَّحْنِ الثَّانِي مَا يَكْفِي مِنَ الْمَاءِ لِتَغْطِيَةِ الْبُزُورِ .



خَلِّ الْبُزُورَ مَغْطَاةً بِالْمَاءِ ، مُضَيِّمًا الْمَزِيدَ مِنْهُ يَوْمِيًّا .

٤ ضَعْ عَلَى الْمَنَاشِيفِ الْوَرَقِيَّةِ ، فِي كُلِّ مِنَ الصُّحُونِ الثَّلَاثَةِ ، بَعْضَ بُزُورِ الْلُوبِيَا .



## إِنْتَاجُ الْمَحَاصِيلِ

يَبْدُرُ الْمَزَارِعُونَ بُزُورَ نَبَاتَاتِهِمْ فِي الْأَرْضِ . الْبُزُورُ تَحْتَاجُ إِلَى مَاءٍ لِيَتَبَدَّأَ نُمُوهَا . وَتَحْتَاجُ النَّبَاتَاتُ الصَّغِيرَةُ أَيْضًا إِلَى الْمَاءِ لِيَتَكْتَمِلَ نُمُوهَا . فَإِذَا لَمْ تُمَطَّرِ السَّمَاءُ كَانَ لَا بُدَّ مِنْ سَقْيِ النَّبَاتَاتِ ، وَهُوَ مَا يُعْرَفُ « بِالرِّيِّ » . الْمَحَاصِيلُ الَّتِي تَرَاهَا فِي الصُّورَةِ تُرَوَى بِالرَّشِّ .



الْبُزُورُ الْجَائِفَةُ لَا يَطَالُهَا الْمَاءُ فَلَا تَبْدَأُ بِالنُّمُوِّ .

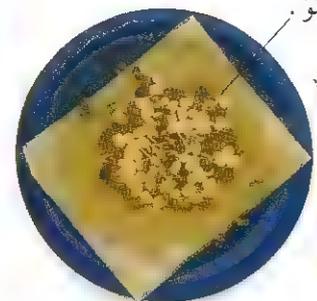


خَلِّ الْوَرَقَةَ رَطْبَةً . وَعِنْدَ الْحَاجَةِ ، أَضِفْ قَلِيلًا مِنَ الْمَاءِ .

٦ اُتْرِكِ الصُّحُونِ الثَّلَاثَةَ فِي مَكَانٍ دَافِئٍ عِدَّةَ أَيَّامٍ . بُزُورُ الصَّحْنِ الْأَوَّلِ وَحَدَّهَا تَبْدَأُ بِالنُّمُوِّ نُمُومًا سَلِيمًا .

الْبُزُورُ الَّتِي يُعْطِيهَا الْمَاءُ تَبْدَأُ بِالنُّمُوِّ ، لَكِنَّ الْمَاءَ يَمْنَعُ عَنْهَا الْهَوَاءَ فَتَتَوَقَّفُ عَنِ النُّمُوِّ .

تَنُمُو هَذِهِ الْبُزُورُ لِأَنَّهَا تَتَلَقَّى مِنَ الْوَرَقَةِ الرُّطْبَةَ مَاءً ، وَمِنْ الْهَوَاءِ أُكْسِجِينًا ، وَهِيَ أَيْضًا دَافِئَةٌ .



# ٥٠ راقب النبات ينمو

ما نحتاج إليه:



ورق نشاف أو منشفة مرطبان (برطمان)  
مجففة (فوطه) ورقية رُجاعي طويل



بِزْرَةٌ فاصوليّة



إبريق ماء

تبدأ معظم النباتات حياتها تحت الأرض. وهي تنمو من بُرورٍ تقع في التربة. إليك طريقةً تُريك كيف يحدث نموُّ البُرور تحت الأرض. يُمكن أن تُنمي بِزْرَةَ فاصوليّة في مرطبانٍ ماءٍ، حيثُ تستطيع أن تراها بوضوح.

٣ يخرج من البزرة سويقة خضراء تمتدّ علوًّا. فالسويقة تسعى إلى الضوء لتنمو. ينمو المزيد من الجذور نزولاً.

٢ بعد بضعة أيام، ينمو جذرٌ ويتجه نزولاً سعياً وراء الماء. البزور تحتاج في نموها إلى الماء.

١ لثّ ورقاً نشافاً وضعه في المرطبان. ضع البزرة بين الورق وجدار المرطبان. رطب الورق، وضع المرطبان في موضعٍ دافئ.



تستخدم البزرة أولاً مخزوناتها من الغذاء. ثم تستخدم الضوء لصنع غذائها.

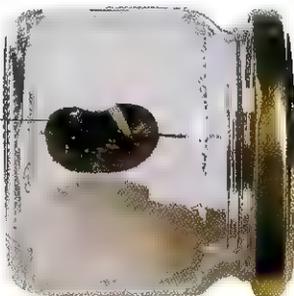


ينبغي الإبقاء على الورق رطباً، لذلك أضف عند الحاجة ماءً.



من المستحسن نقع البزرة في الماء يوماً قبل وضعها في المرطبان.

يعود الجذر بعد أن انقلبت البزرة فينمو نزولاً.



الجذور تنمو دائماً نزولاً

إنقع بزرة فاصوليّة في الماء يوماً واحداً، ثم اغرز فيها سلكاً. (اسأل راشداً أن يساعدك في ذلك). ثبت السلك في غطاء المرطبان. ضع في المرطبان قطناً مبلولاً، ثم ضع فيه البزرة وأغلقه. ضع المرطبان على جانبه واتركه أياماً إلى أن يبدأ جذرٌ بالنمو نزولاً. دور المرطبان بحيث يتجه الجذر إلى أعلى. أتركه، وسترى أن الجذر يُغيّر اتجاهه ويعود فينمو نزولاً.

# ٥١ مَتَاهَةٌ نَبَاتِيَّةٌ

إِجْعَلْ نَبْتَةً تَجِدُ طَرِيقَهَا فِي مَتَاهَةٍ!  
هَذَا يُرِي أَنْ النَّبَاتِ تَحْتَاجُ فِي  
نُمُوِّهَا إِلَى الضُّوءِ . إِنَّهَا تَسْتَحْدِمُ  
الضُّوءَ فِي عَمَلِ غِذَائِهَا .

مَا نَحْتَاجُ إِلَيْهِ:



مِقْصٌ



أَصْيَصُ سَمَادٍ  
خَلِيطٌ



إِبْرِيْقُ مَاءٍ



رُفْعَتَانِ مِنْ وَرَقِ مُقْوَى

بِزْرَةٌ فَاصُولِيَّةٌ إِسْبَانِيَّةٌ



صُنْدُوقُ كَرْتُونِي طَوِيلٌ

انْقَعِ الْبِزْرَةَ بِالْمَاءِ  
يَوْمًا قَبْلَ زَرْعِهَا .



٣ اِرْزَعْ بِزْرَةَ  
الْفَاصُولِيَّةِ فِي  
الْأَصْيَصِ  
وَاسْقِهَا .

٢ اِفْتَحْ نَافِذَةً فِي كُلِّ مِنْ رُفْعَتَيْ  
الْوَرَقِ الْمُقْوَى .



١ اِفْتَحْ نَافِذَةً

كَبِيرَةً فِي أَحَدِ طَرَفَيْ  
الصُّنْدُوقِ .



النَّبْتَةُ الْفَتِيَّةُ تَنْمُو  
دَائِمًا فِي اتِّجَاهِ  
فِصْدَرِ الضُّوءِ .



٥ عَظُّ

الصُّنْدُوقِ  
وَأَوْقِفْهُ فِي  
مَوْضِعٍ دَافِئٍ  
مُضِيءٍ .



٤ رَكِّزْ فِي

الصُّنْدُوقِ رُفْعَةً  
مِنَ الْوَرَقِ  
الْمُقْوَى . ضَعِ  
الْأَصْيَصَ فِي  
الْأَسْفَلِ .



٦ عِنْدَمَا تَنْمُو النَّبْتَةُ رَكِّزْ فِي  
الصُّنْدُوقِ رُفْعَةً الْوَرَقِ الْمُقْوَى الثَّانِيَةَ .



أَشْجَارٌ عَالِيَةٌ

فِي الْغَابَاتِ الْكَثِيفَةِ قَدْ يَكُونُ حُصُولُ  
النَّبَاتَاتِ عَلَى مَا يَكْفِيهَا مِنْ ضَوْءٍ أَمْرًا غَيْرَ  
سَهْلٍ . الْأَشْجَارُ تَعْلُو عُلُوًّا شَدِيدًا مُتَنَافِسَةً  
فِيمَا بَيْنَهَا لِلْوُصُولِ إِلَى الضُّوءِ . أَوْرَاقُ هَذِهِ  
الْأَشْجَارِ تُعْتَمُ الْغَايَةَ تَحْتَهَا ، لَكِنْ بَعْضُ  
أَنْوَاعِ الْأَشْجَارِ الْأَصْغَرِ حَاجِمًا وَبَعْضُ  
أَنْوَاعِ الْجَنَابَاتِ تَتَكَيَّفُ مَعَ هَذَا الْوَضْعِ .



٧ تَلْتَوِي النَّبْتَةُ لِتَمُرَّ فِي الْفَتْحِ  
كُلِّهَا وَتَصِلَ إِلَى الضُّوءِ .



## ٥٢ اِزْرَعْ نَبْتَةَ

ما نَحْتَاجُ إِلَيْهِ:

النَّبَاتَاتُ لَا تَنْمُو مِنَ الْبُرُورِ فَقَطْ .  
تَسْتَطِيعُ أَنْ تَقْتَطِعَ أَجْزَاءَ مِنْ نَبَاتٍ  
وَتَزْرَعَهَا فَيَنْمُو مِنْهَا نَبَاتَاتٌ جَدِيدَةٌ .  
هذه الأجزاء المُقْتَطَعَةُ تُسَمَّىهَا  
« فُسُولًا » . وَكُلُّ فَسَلٍ تَنْبُتُ لَهُ جُذُورُهُ .



رِبَاطٌ مَطَّاطِيٌّ



أَصْبِيصُ سَمَادٍ خَلِيطٍ رَطْبٍ نَبْتَةٌ إِبْرَةِ الرَّاعِي



مِقْصٌ تَقْلِيمٍ

كَيْسٌ پِلَاسْتِيكٌ شَفَافٌ .

١ اسْأَلْ رَاشِدًا أَنْ يَقْطَعَ

لَكَ فَسَلًا جَانِبِيًّا  
مِنَ النَّبْتَةِ . يَنْبَغِي  
أَنْ يَكُونَ لِلْفَسَلِ  
أَوْرَاقٌ ، لَكِنْ  
لَا أَزْهَارٌ .



٢ اِزْرَعِ الْفَسَلَ

فِي الْأَصْبِيصِ .  
عَظِّمْ بِكَيْسِ  
الْپِلَاسْتِيكِ .

أَضْبُظْ فَتْحَةَ الْكَيْسِ  
بِرِبَاطٍ مَطَّاطِيٍّ .



٣ يَنْمُو الْفَسَلُ  
خِلَالَ أَسَابِيغٍ إِلَى  
نَبْتَةٍ جَدِيدَةٍ . يَجِبُ  
أَنْ تَبْقِيَ السَّمَادَ  
الْخَلِيطَ رَطْبًا .



## ٥٣ نَبَاتٌ يُطْلِقُ فُقَاعَاتٍ

ما نَحْتَاجُ إِلَيْهِ:

يَحْتَاجُ النَّبَاتُ إِلَى الضَّوئِ لِيَعْمَلَ غِذَاءَهُ .  
تَسْتَطِيعُ أَنْ تُرِيَّ أَيْضًا أَنَّ النَّبَاتَ يُوَلِّدُ غَازَ  
الْأَكْسِجِينِ الَّذِي يَدْخُلُ الْهَوَاءَ وَالْمَاءَ .  
الْأَكْسِجِينُ مُهِمٌّ إِذْ لَا يَعِيشُ شَيْءٌ مِنْ غَيْرِهِ .

قَمْعٌ

أَنْبُوبٌ اخْتِبَارٍ



عُشْبَةُ بَرَكٍ

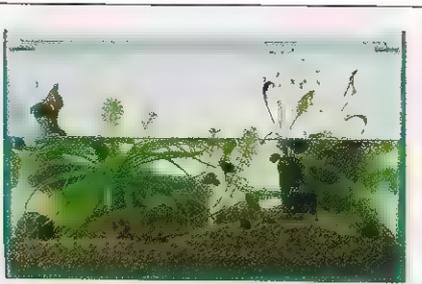


مَرْتَبَانٌ (بَرْتَمَانٌ)  
عَرِيضٌ

٢ ضَعِ الْمَرْتَبَانَ  
فِي ضَوْءِ الشَّمْسِ .  
تَبْدَأُ عُشْبَةُ الْبَرَكِ  
بِإِطْلَاقِ فُقَاعَاتٍ .

غَازَ  
الْأَكْسِجِينِ  
يَرْتَفِعُ مِنْ  
العُشْبِ إِلَى  
أَعْلَى  
الْأَنْبُوبِ .

١ عَظِّسِ الْمَرْتَبَانَ وَعُشْبَةَ الْبَرَكِ وَالْقَمْعَ  
وَأَنْبُوبَ الْاِخْتِبَارِ فِي الْمَاءِ . ثَمَّ رَتِّبْهَا كَمَا  
تُرِيكَ الصُّورَةَ . عِنْدَمَا تَرَفَعُهَا مِنَ الْمَاءِ  
يَطْلُ أَنْبُوبُ الْاِخْتِبَارِ  
مَمْلُوءًا .



أَكْسِجِينِ الْحَيَاةِ

مِنَ الضَّرُورِيِّ أَنْ يَكُونَ فِي الْأَكْوَارِيَوْمِ  
(الْمَمَاهَةِ) نَبَاتَاتٌ مَائِيَّةٌ خَضْرَاءُ تُطْلِقُ  
الْأَكْسِجِينِ فِي الْمَاءِ . فَالْأَسْمَاكُ تَنْتَفِسُ  
ذَلِكَ الْأَكْسِجِينِ . النَّبَاتَاتُ الْخَضْرَاءُ فَوْقَ  
الْيَابِسَةِ تُطْلِقُ الْأَكْسِجِينِ فِي الْهَوَاءِ . تُسَمَّى  
الْعَمَلِيَّةُ الَّتِي يَسْتُخْدِمُ النَّبَاتُ فِيهَا الضَّوئَ  
لِعَمَلِ غِذَاءِهِ وَأَكْسِجِينِهِ بِهَ التَّمَثِيلِ الضَّوئِيِّ .



# ٥٤ اِخْتَبِرُ غِذَاءَ النَّبَاتِ

ما نَحْتَاجُ إِلَيْهِ:



النَّبَاتَاتُ تَصْنَعُ غِذَاءَهَا بِنَفْسِهَا ،  
وهي تَعْمَلُ ذَلِكَ فِي أَوْرَاقِهَا .  
يُسَمَّى غِذَاؤُهَا ذَاكَ « نَشَا » ، وهي  
بِحَاجَةٍ إِلَيْهِ لِتَنْمُو . اِخْتَبِرْ أَوْرَاقَ  
نَبْتَةِ الرَّاعِي لِتَتَبَّيَّنَ غِذَاءَهَا .



١ اَلصِّقِ الْبِلَاسْتِيكَ حَوْلَ بَعْضِ  
الأَوْرَاقِ . اَتْرِكِ النَّبْتَةَ يَوْمَيْنِ فِي مَكَانٍ  
مُضِيِّ . ثُمَّ انزِعْ وَرَقَةً مَلْفُوفَةً  
وَأُخْرَى غَيْرَ مَلْفُوفَةٍ .



لا تَسْرَبْ عَبْرَ الْبِلَاسْتِيكَ  
ضَوْءًا . تَسْتَهْلِكُ الْوَرَقَةَ نَشَاها  
كُلُّهُ وَلَا تَصْنَعُ غَيْرَهُ .

٢ سَخِّنِ الْمَاءَ فِي الْقِدْرِ . اذْفِئِ  
الكُحُولَ فِي الدُّوْرَقِ . غَطِّسْ كِلْتَا الْوَرَقَتَيْنِ  
فِي الْمَاءِ السَّاحِنِ ثُمَّ فِي الكُحُولِ .



إِنَّ وَضْعَ الْوَرَقَتَيْنِ فِي  
الماءِ السَّاحِنِ وَالكُحُولِ  
يُزِيلُ عَنْهُمَا الكُلُورُوفِيلَ  
(الْيَخْضُورَ) وَيُحَوِّلُهُمَا  
إِلَى لَوْنٍ أَيْضٍ .

٣ الْوَرَقَتَانِ الْآنَ شَبِيهُ بَيْضَاوَيْنِ . أَضِفْ  
إِلَيْهِمَا الْيُودَ . تَتَحَوَّلُ الْوَرَقَةُ الَّتِي كَانَتْ  
غَيْرَ مَلْفُوفَةٍ إِلَى لَوْنٍ دَاكِنٍ ، أَمَّا الْمَلْفُوفَةُ  
فَلَا يَتَغَيَّرُ لَوْنُهَا .

تُسَمَّى الْمَادَّةُ الَّتِي  
تَجْعَلُ أَوْرَاقَ النَّبَاتِ  
خَضْرَاءَ بِالْكُلُورُوفِيلِ  
(الْيَخْضُورِ) . وهي  
تُسَاعِدُ الأَوْرَاقَ عَلَى  
عَمَلِ النِّشَا .



هذه هي الْوَرَقَةُ غَيْرُ الْمَلْفُوفَةِ . عُولِجَتْ  
بِالْيُودِ فَتَحَوَّلَ النِّشَا الَّذِي فِيهَا إِلَى لَوْنٍ  
أَسْوَدَ مُرْتَقٍ قَاتِمٍ .



هذه هي الْوَرَقَةُ الْمَلْفُوفَةُ . لَيْسَ فِيهَا نَشَا  
لِذَا لَمْ يُحَوَّلْ الْيُودُ إِلَى لَوْنٍ مُعْتَمٍ .



الْوَرَقَةُ الْخَضْرَاءُ لَمْ تُعَالَجْ ،  
وَلَا يَزَالُ الْكُلُورُوفِيلُ فِيهَا .

# ٥٥ حديقة في دُورق

تَسْتَطِيعُ دُونَ عَنَاءٍ أَنْ تُشِئَ لِنَفْسِكَ حَدِيقَةً دَاخِلَ مَنْرَلِكِ بَأَنْ تَزْرِعَ نَبَاتَاتٍ فِي دُورَقِي . النَّبَاتَاتُ الَّتِي تُنَاسِبُهَا الْأَمَاكِنُ الظَّلِيلَةُ الرَّرطَبَةُ تَزْدَهْرُ فِي حَدِيقَةِ دُورَقِيَّةٍ . مِنْ هَذِهِ النَّبَاتَاتِ السَّرَاحِيسُ وَالظَّحَالِبُ ، وَتَجِدُهَا عَادَةً فِي زَوَايَا غَيْرِ مَطْرُوقَةٍ بَيْنَ الْأَشْجَارِ وَقُرْبِ الْأَسْوَارِ . الْحَدِيقَةُ الدُّورَقِيَّةُ تُزَوِّدُ النَّبَاتَ بِمَا يَحْتَاجُ إِلَيْهِ مِنْ مَاءٍ وَهَوَاءٍ وَضَوْءٍ وَدِفْءٍ لِيَبْقَى حَيًّا وَيَنْمُو .

مَا نَحْتَاجُ إِلَيْهِ:

وعاء زجاجي أو بلاستيكي كبير ذو عنق واسع



مِقَص

حصى صغير



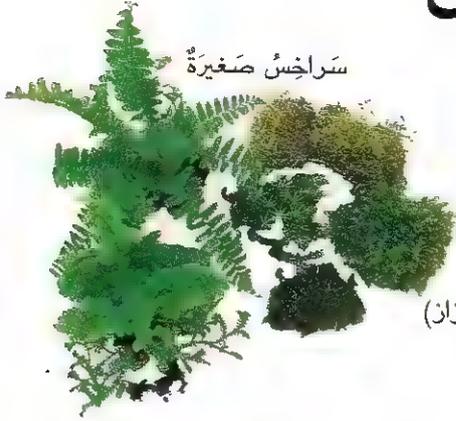
فحم



سَمَاد خَلِيط



عُصَيْنٌ تُغَطِّيهِ الْأَشْنَةُ



سَرَاحِيسُ صَغِيرَةٌ

طَحَالِبٌ (خَزَانٌ) مُتَنَوِّعَةٌ



إِبْرِيْقُ مَاءٍ



مِلْعَقَةٌ



مِرْدَّةٌ



٣ اِعْمَلْ نَقْرَةً فِي السَّمَادِ لِكُلِّ نَبْتَةٍ سَرَاحِيسٍ ، ثُمَّ ازْرِعِ النَّبَاتَاتِ مُتَأْتِيًا .



٢ أَضِفْ طَبَقَةً عَمِيقَةً مِنَ السَّمَادِ الْخَلِيطِ . اِكْسِمْهَا بِمِلْعَقَةٍ لِتَسْتَدَّ .



١ ضَعُ فِي الدُّورَقِ طَبَقَةً مِنَ الْحَصَى . أَضِفْ طَبَقَةً رَقِيقَةً مِنَ الْفَحْمِ .



٦ اِعْرِزِ الْعُصَيْنَ بَيْنَ النَّبَاتِ . اِسْتَحْدِمِ الْإِبْرِيْقَ لِتَسْفِي حَدِيقَتَكَ .



٥ ضَعِ الطَّحَالِبَ فِي تَجَاوِيفِ تَعْمَلُهَا فِي السَّمَادِ الْخَلِيطِ . وَاحْرَصْ عَلَى أَنْ تَظَلَّ جَوَانِبُ الدُّورَقِ نَظِيفَةً .



٤ عَطِّ جُذُورَ كُلِّ مِنَ النَّبَاتِ بِالسَّمَادِ الْخَلِيطِ وَاكْسِمْهُ حَوْلَهَا .



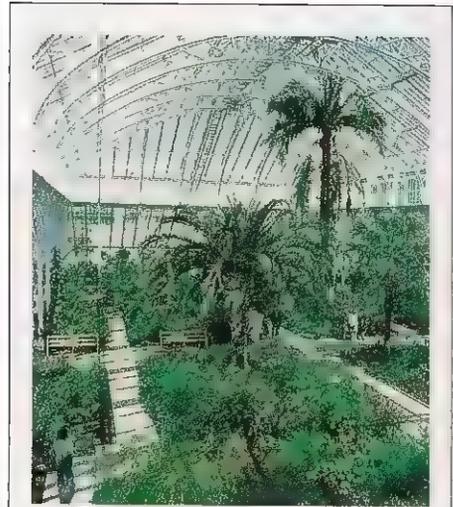
٩ عَطَّ الدَّوْرُقَ مُعْظَمَ الأَوْقَاتِ ، وَلَكِنْ أَكْشِفُهُ إِذَا رَأَيْتَ قَطْرَاتِ مَاءٍ تَتَشَكَّلُ عَلَى الْجِهَةِ الدَّاخِلِيَّةِ لِجِدَارِهِ . أَعِدِ الغِطَاءَ حِينَ تَزُولُ القَطْرَاتُ .

٨ اِغْتَنِ بِحَدِيقَتِكَ . قُصِّ الأَوْرَاقَ وَالسُّوقَ الدَّاخِلِيَّةَ بِمَقْصٍّ ، وَأَخْرِجْهَا مِنَ الدَّوْرُقِ بَتَّانٍ .

٧ ضَعُ حَدِيقَةَ الدَّوْرُقِ فِي مَكَانٍ مُضَيٍّ ، لَكِنْ لَيْسْ فِي مُوَجَّهَةِ أَشِعَّةِ الشَّمْسِ المُبَاشِرَةِ . إِزُوِ الحَدِيقَةَ بِقَلِيلٍ مِنَ المَاءِ إِذَا بَدَأَ أَنَّ السَّمَادَ آخِذٌ بِالجَفَافِ .

تَتَشَكَّلُ أَكْيَاسُ الأَبْوَاغِ فِي الجِهَةِ السُّفْلَى مِنَ أَوْرَاقِ السَّرَاحِيسِ .

١٠ أَنْظُرْ إِلَى الطَّحَالِبِ وَالسَّرَاحِيسِ لِتَرَى مَا إِذَا كَانَ عَلَيْهَا أَكْيَاسُ «أَبْوَاغٍ» . الأَبْوَاغُ لِهَذِهِ النِّبَاتِ هِيَ كَالْبُزُورِ لِغَيْرِهَا .



زِرَاعَةُ تَحْتَ الرُّجَاجِ المَزْرُوعَاتُ الَّتِي لَا تَعِيشُ فِي الطَّقْسِ الخَارِجِيِّ يُمَكِّنُ اسْتِنْبَاتُهَا فِي دَفِينَاتِ (بُيُوتِ مِنْ رُجَاجٍ) . تَحْمِي جُدْرَانُ الدَّفِينَةِ الرُّجَاجِيَّةِ وَسَقْمُهَا النِّبَاتِ مِنَ الطَّقْسِ البَارِدِ . وَتَسْرَبُ أَشِعَّةُ الشَّمْسِ عَبْرَ الرُّجَاجِ فَتَزُودُ النِّبَاتَ بِمَا يَحْتَاجُ إِلَيْهِ مِنْ ضَوْءٍ . تُقَامُ فِي حَدَائِقِ النِّبَاتِ فِي البِلَادِ البَارِدَةِ ، عَادَةً ، دَفِينَاتُ ضَخْمَةٌ حَيْثُ يَسْتَطِيعُ النَّاسُ أَنْ يُشَاهِدُوا نَبَاتَاتٍ لَا يَرَوْنَهَا فِي العَادَةِ إِلَّا فِي البِلَادِ الحَارَّةِ .



طُحَلِبٌ وَعَلَيْهِ أَكْيَاسُ الأَبْوَاغِ

الأَشْنَةُ نَوْعٌ خَاصٌّ مِنَ الفُطْرِ .

# الحواس



## أيدٍ ناطقة

من وسائل التفاهم مع الصمّ استخدام لغة الإشارات. الصمّ يُراقبون الإشارات الخاصة ويستخدمون حاسة البصر ليفهموا ما «يقال» لهم.

حواسك هي قدرتك على الرؤية، والسمع، والشم، والذوق، واللمس. إن حواسك تمكنك من استطلاع العالم من حولك، ومن فعل الأشياء التي يظن لك فعلها، وتدبر معيشتك. فبصرك، على سبيل المثال، يُعينك على أن ترى ما يحدث وأن تجد، حينما كنت، طريقك.



## ألوان وأصوات

نُهيئ لنا حواسنا أن نعيش خبرات كثيرة ما نتحمس لها، كالألوان الزاهية والموسيقى العالية التي تكون في الحفلات.



## الكرة بين اللاعبين

يحتاج لاعب الكرة إلى حواس البصر والسمع واللمس. اللاعب الماهر يستخدم هذه الحواس استخدامًا فعالًا، فيتجاوب سريعًا مع ما يرى ويسمع، ويحسن الرمي.



## مشهد مشه

نستخدم حاستي البصر واللمس لإختيار الطعام الشهي، كهذه الفواكه التي تراها في الصورة. ونستخدم حاستي الذوق والشم للاستمتاع بتناول ما اخترناه.

# ٥٦ أَنْظُرْ كَيْفَ تَعْمَلُ أُذُنَاكَ

يَتَحَوَّلُ الصَّوْتُ، عندما يَدْخُلُ أُذُنَيْكَ، إلى إِشَارَةٍ. وهذه تَنْتَقِلُ إلى دِمَاغِكَ، فَتَسْمَعُ الصَّوْتَ. يُمَكِّنُكَ أَنْ تَبْنِي نَمُودَجَ أُذُنٍ لِتَرَى كَيْفَ تَعْمَلُ أُذُنَاكَ ذَلِكَ.

ما نَحْتَاجُ إليه:



٢ أُنْمِمْ  
الورقة لِتَعْمَلَ منها  
مَخْرُوطًا. ثَبِّتْها  
بشريط لاصقٍ  
فلا تَنْفَلِت.



يَنْبَغِي أَنْ يَكُونَ  
الورقُ البلاستيكيُّ  
ناعِمًا.



١ مَدِّ الورقَ البلاستيكيَّ  
فَوْقَ ظَرْفِ الأنبوبِ. لُفِّ  
حَوْلَهُ الرِّبَاطَ  
المَطَّاطِيَّ.

٤ أَوْقِفْ لَوْحَ الورقِ المَقْوَى  
على وَجْهِ طاوِلَةٍ. ضَعِ الأنبوبَ  
أمامَهُ. وَجِّهِ المِصْبَاحَ إلى وَرْقِ  
البلاستيكِ بحيثُ تُظْهَرُ على  
اللُّوحِ بَقْعَةٌ من ضَوْءٍ.



ثَبِّتْ لَوْحَ الورقِ  
المَقْوَى بِمِعْجُونِ  
التَّشْكِيلِ.



٣ أَدْخِلْ  
ظَرْفَ المَخْرُوطِ  
الصَّبِيحِ في ظَرْفِ  
الأنبوبِ الكَرْتُونِيِّ  
المَفْتُوحِ. أَلْصِقْهُ في  
مَوْضِعِهِ.

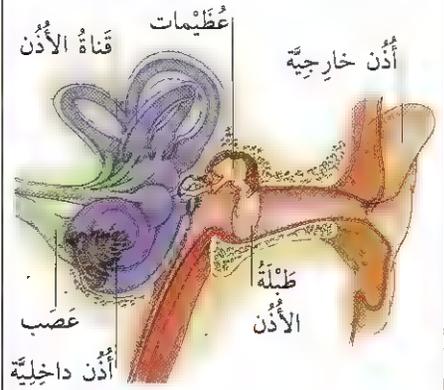
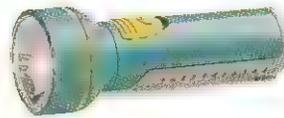
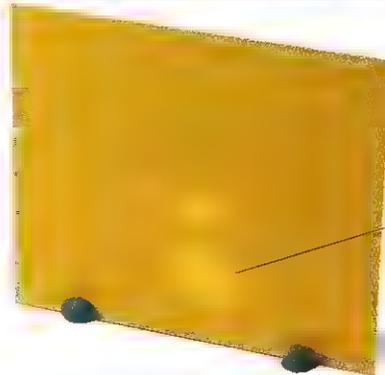
في دَاخِلِ الأذُنِ

تَهْتَرُّ ظَبْلَةُ الأذُنِ إِذْ تَصِلُ الأصْوَاتُ  
إليها. وهذا بَدْوَرِهِ يَجْعَلُ عِظْمًا دَقِيقَةً  
تَهْتَرُّ، وَيَنْتَقِلُ الإهْتِرَازُ إلى الأذُنِ  
الدَّاخِلِيَّةِ، الَّتِي تُرْسِلُ إلى الدِّمَاغِ،  
عِنْدَئِذٍ، إِشَارَاتٍ عَبْرَ عَصَبِ الأذُنِ.

البلاستيكُ هنا يَعْْمَلُ  
عَمَلَ ظَبْلَةِ أُذُنِكَ في  
نَهَائِيَةِ قَنَاةِ الأذُنِ.  
الأصْوَاتُ تَجْعَلُ الظَّبْلَةَ  
تَهْتَرُّ، مُرْسِلَةً إِشَارَاتٍ  
إلى دِمَاغِكَ.

الأذُنُ الخَارِجِيَّةُ  
(المَخْرُوطُ) تُوجِّهُ  
الصَّوْتَ إلى قَنَاةِ  
الأذُنِ (الأنبوبِ).

الصَّوْءُ يَنْعَكِسُ  
عَنِ البلاستيكِ.  
وإِذْ يَهْتَرُّ  
البلاستيكُ يَهْتَرُّ  
الصَّوْءُ أَيْضًا.



٥ أَصْرُخْ في المَخْرُوطِ أو عَن  
بصوتٍ عالٍ. تَهْتَرُّ بَقْعَةٌ من الصَّوْءِ  
إِهْتِرَازًا سَرِيعًا جَدًّا!

# ٥٧ اعرف عينيك

اصنع نموذج عين مستخدماً عدسة مكبرة وطاساً زجاجياً مستديراً، واكتشف كيف ترى بعينيك. استخدم النموذج لتري كيف تشكل العين صورة شخص.



مُندِيلُ وَرَقٍ



مِصْبَاحٌ يَدَوِيٌّ طَاسٌ مَاءٍ زُجَاجِيٌّ مُسْتَدِيرٌ

مَعْجُونٌ تَشْكِيلٌ



مَقْصٌ

شَرِيْطٌ لِاصْوَاقٍ



عَدْسَةٌ مُكَبِّرَةٌ



وَرَقٌ مَقْوًى

٣ اِطْوِ رُقْعَةَ الْوَرَقِ الْمَقْوَى وَفَصِّلْ نَصْفَ شَخْصٍ.



٢ رَكِّزِ الْعَدْسَةَ الْمُكَبِّرَةَ أَمَامَ الطَّاسِ مُسْتَعْمِلًا مَعْجُونَ التَّشْكِيلِ.



١ اَلصِّقْ مُنْدِيلَ الْوَرَقِ إِلَى جَانِبِ الطَّاسِ.



٤ رَكِّزْ رُقْعَةَ الْوَرَقِ الْمَقْوَى أَمَامَ الْعَدْسَةِ الْمُكَبِّرَةِ.



المِصْبَاحُ يُضِيءُ الشَّخْصَ أَمَامَ نَمُوذَجِ الْعَيْنِ.



فِي كُلِّ عَيْنٍ مِنْ عَيْنَيْكَ عَدْسَةٌ تُشْبِهُ عَدْسَةَ مُكَبِّرَةٍ.

٥ وَجْهَ صَوْنِ الْمِصْبَاحِ إِلَى الشَّخْصِ. تَظْهَرُ عَلَى مُنْدِيلِ الْوَرَقِ صُورَةٌ مَقْلُوبَةٌ رَأْسًا عَلَى عَقِبٍ. حَرِّكِ الْعَدْسَةَ الْمُكَبِّرَةَ إِلَى الْأَمَامِ وَالْخَلْفِ لِتَحْصُلِ عَلَى صُورَةٍ وَاضِحَةٍ.

تَكْبِيرُ الْعَدْسَةِ أَشِعَّةَ الضَّوئِ الْآتِيَةِ مِنَ الشَّخْصِ لِتُشَكِّلَ صُورَةً.



الطَّاسُ الْمُسْتَدِيرُ يُشْبِهُ حِدْقَةَ الْعَيْنِ.

مُنْدِيلُ الْوَرَقِ يُشْبِهُ طَبَقَةَ الشَّبَكِيَّةِ فِي الْجَانِبِ الْخَلْفِيِّ مِنَ كُلِّ عَيْنٍ.

تَتَشَكَّلُ الصُّورَةُ عَلَى الشَّبَكِيَّةِ، الَّتِي تُرْسِلُ إِلَى الدِّمَاغِ إِشَارَاتٍ، فَتَرَى الشَّخْصَ.

مَدْخُلُ إِلَى الْعَيْنِ

فِي وَسْطِ كُلِّ عَيْنٍ فَتْحَةٌ تُسَمَّى «الْبُؤْبُؤَ» (أَسَانُ الْعَيْنِ)، يَدْخُلُ الضَّوْءُ مِنْهَا إِلَى الْعَيْنِ. يُعَيِّرُ الْبُؤْبُؤُ حَجْمَهُ لِتَنَحَّكَمَ بِكَمِّيَّةِ الضَّوْءِ الَّتِي تَدْخُلُ الْعَيْنَ. إِذَا لَمْ يَكُنِ الضَّوْءُ كَافِيًا فَإِنَّهُ يَتَوَسَّعُ لِيَسْمَحَ بِدُخُولِ كَمِّيَّةٍ أَكْبَرَ مِنَ النُّورِ.



# ٥٨ صورتان في صورة

ما تحتاج إليه:

احتل على عينيكَ لترى صورةً واحدةً، بينما يكون عندك في الحقيقة صورتان - صورةً في كلِّ جانبٍ من جانبي رُقعةٍ من ورقٍ مقوى.



رُقعةٌ بيضاءٌ من ورقٍ مقوى



رباطان مطاطيان



قَلَمَا تلوين



فُرْجار (بِرْجَل)



مَقَص

٣ اقلب رُقعة الورق المقوى وارسم عليها خطين متقاطعين.

٢ ارسم في الدائرة التي فصلتها دائرة، واثقبها ثقبين، واحداً في كلِّ جانبٍ.



١ ارسم على الورق المقوى دائرةً، مستخدماً الفُرْجار. فصلها.



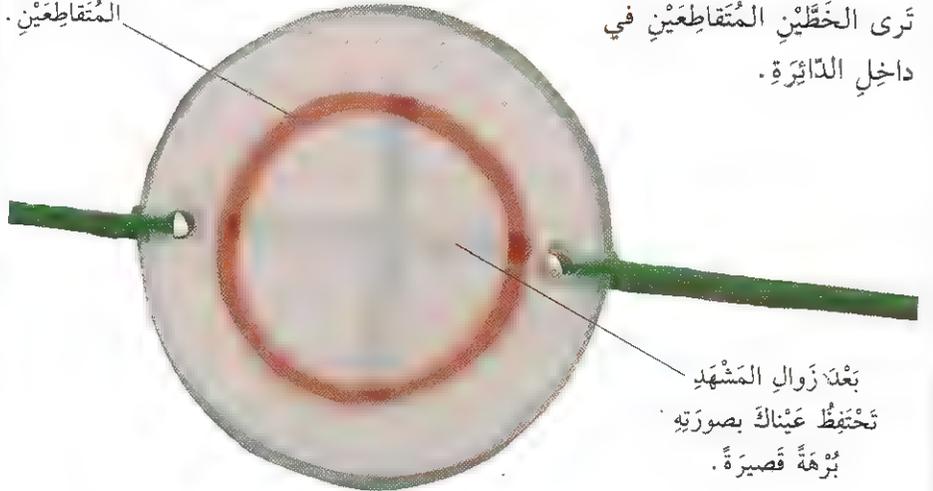
٤ علق في كلِّ ثقبٍ من ثقبَي الورق المقوى رباطاً مطاطياً.

٥ اقبل الرباطين بإمساكهما وبرم الورق المقوى.



٦ أفلت رُقعة الورق المقوى. وإذ تدور دوراناً سريعاً فإنك ترى الخطين المتقاطعين في داخل الدائرة.

يكون دوران رُقعة الورق المقوى من السرعة بحيث تترآكب في عينيكَ صورة الدائرة والخطين المتقاطعين.



بعد زوال المشهد تحتفظ عينك بصورته بزهة قصيرة.

صور متحركة أفلام السينما مصنوعة من شريط طويل من صور ساكنة، تختلف الواحدة منها عن سابقتها اختلافاً ضئيلاً. تتتالي الصور على الشاشة بسرعة، الواحدة بعد الأخرى. وعندما تُشاهد فلما، فإن عينيكَ لا تريان كلَّ صورةٍ على حدة. فالصور تترآكب في عينيكَ وتبدو لك متحركة.



# ٥٩ اصْنَعُ كَاشِفَ ذَبْدَبَةِ



ثَلَاثَةُ أَشْرَاكٍ مُغْلَفَةٍ،  
وَمَعْرَاةُ الْأَطْرَافِ

مِفْكَ بَرَاغِي



مِقْصٌ



سَيْكٌ صُلْبٌ مُعْرَى



غِطَاءَا مَرَطْبَانَيْنِ  
(بَرَطْمَانَيْنِ)



شَرِيْطَ لاصِقٍ

مَعْجُونٌ  
تَشْكِيلٌ

لَمْبَةٌ وَحَامِلُهَا

إِنَّ امْتِلَاكَ الْمَرْءِ لِعَيْنَيْنِ اثْنَتَيْنِ يُسَاعِدُهُ عَلَى تَقْدِيرِ الْمَسَافَاتِ بِدِقَّةٍ. وَإِذَا أَنْتَ اسْتَحْدَمْتَ كَاشِفَ ذَبْدَبَةٍ، أَمْكَنْكَ أَنْ تَكْتَشِفَ مَدَى الْفَائِدَةِ مِنْ امْتِلَاكِكَ عَيْنَيْنِ اثْنَتَيْنِ. أَعْمِضْ إِحْدَى عَيْنَيْكَ فَتَلَاخِظْ أَنَّكَ لَا تَسْتَطِيعُ أَنْ تَمْنَعَ نَفْسَكَ مِنَ التَّلَفُّقِ وَالتَّمَايُلِ!

٢ اسْتَحْدِمِ سَيْكًا مُغْلَفًا لِتَصِلَ أَحَدَ طَرَفِي السُّلْكِ الصُّلْبِ بِالْبَطَّارِيَّةِ.



إِلَى السُّلْكِ الصُّلْبِ  
عَلَى شَكْلِ مُنْحَنٍ  
عِدَّةَ مَرَّاتٍ.

١ ثَبَّتْ بِالْمَعْجُونِ طَرَفِي السُّلْكِ الصُّلْبِ فِي غِطَاءِي الْمَرَطْبَانَيْنِ.



٤ ثَبَّتْ أَحَدَ طَرَفِي السُّلْكِ الْمُغْلَفِ الْأَخِيرِ بِحَامِلِ اللَّمْبَةِ. وَالْوِ طَرَفَهُ الْآخَرَ.



٣ صِلْ سَيْكًا مُغْلَفًا ثَانِيًا بِالْبَطَّارِيَّةِ وَحَامِلِ اللَّمْبَةِ.



٥ رَكِّزِ اللَّيَّةَ حَوْلَ السُّلْكِ الصُّلْبِ. حَاوِلْ أَنْ تُحَرِّكَهَا عَلَى طَوْلِ السُّلْكِ دُونَ أَنْ تَمْسَهُ. حَاوِلْ ذَلِكَ وَأَنْتَ مَفْتُوحُ الْعَيْنَيْنِ، ثُمَّ حَاوِلْهُ وَقَدْ أَعْمَضْتَ إِحْدَى عَيْنَيْكَ. أَيُّهُمَا أَسْهَلُ؟

اللَّيَّةُ مِنْ  
سَيْكٍ مُعْرَى.

لَا تَسْتَطِيعُ بَعَيْنٍ وَاحِدَةً فَقَطَّ أَنْ تُقَدِّرَ مَوْضِعَ اللَّيَّةِ. وَسَيَصْعُبُ عَلَيْكَ جَدًّا أَنْ تَتَحَاشَى تَذَبْدَبَ يَدَيْكَ.



بَحْثٌ عَنِ طَعَامِ

لِلبُومَةِ عَيْنَانِ كَبِيرَتَانِ تُسَاعِدَانِيهَا فِي تَقْدِيرِ مَوْضِعِ الْفَرَسَةِ الَّتِي تَسْعَى إِلَى اصْطِيَادِهَا. وَأَنْتَ، مِثْلَكَ مِثْلُ الْبُومَةِ، تَسْتَخْدِمُ عَيْنَيْكَ الْإِثْنَتَيْنِ لِتَقْدِيرِ مَدَى بُعْدِ الْأَجْسَامِ عَنْكَ أَوْ قُرْبِهَا مِنْكَ. وَيَقُومُ دِمَاغُكَ، لِيَفْعَلَ ذَلِكَ، بِدَمْجِ الصُّورَتَيْنِ اللَّتَيْنِ يَتَلَقَّاهُمَا مِنْ عَيْنَيْكَ فِي صُورَةٍ وَاحِدَةٍ.

## ٦٠ غَيْرُ مَسَارِ الصَّوْتِ إِلَى أُذُنَيْكَ

تَأْتِيكَ الْأَصْوَاتُ مِنْ كُلِّ جَانِبٍ . وَلِأَنَّ لَكَ أُذُنَيْنِ اثْنَتَيْنِ فَإِنَّكَ قَادِرٌ عَلَى أَنْ تَعْرِفَ مَصْدَرَ الصَّوْتِ . إِحْتَلْ عَلَى سَمْعِكَ بِحَيْثُ تَأْتِيكَ الْأَصْوَاتُ مِنْ اتِّجَاهٍ غَيْرِ صَحِيحٍ .

ما نَحْتَاجُ إِلَيْهِ:



أُتْبُوبِيَانِ  
پِلَاسْتِيكِيَانِ



خَشَبَةٌ

شَرِيْطٌ عَازِلٌ

قَمْعَانِ پِلَاسْتِيكِيَانِ



صَوْتٌ مُوجِّهٌ

يَسْتَعِدُّمُ الحُفَّاشُ حَاسَّةَ السَّمْعِ فِي اسْتِظْلَاعِ مَا حَوْلَهُ لَيْلًا . إِنَّهُ يُظَلِّقُ أَصْوَاتًا عَالِيَةَ الذَّبْدَةِ يَسْتَحِيلُ عَلَى آذَانِنَا سَمَاعَهَا . تَرْتَدُّ هَذِهِ الْأَصْوَاتُ عَنِ الْأَجْسَامِ الَّتِي تَكُونُ قَرِيبَةً مِنَ الحُفَّاشِ ، وَتَصِلُ إِلَى أُذُنَيْهِ . يَسْتَعِدُّمُ الحُفَّاشُ هَذِهِ الْأَصْوَاتِ - الْمُرْتَدَّةَ لِيُحَدِّدَ مَوَاضِعَ الْأَشْيَاءِ مِنْ حَوْلِهِ - وَيَلْبِغُ الحَشْرَاتِ الَّتِي يَتَصَيَّدُهَا طَعَامًا .

٢ إِسْأَلُ رَفِيقًا أَنْ يَمْشِيَ قَرِيبًا مِنْكَ مُخَدِّثًا جَلْبَةً . تَبْدُو الْأَصْوَاتُ وَكَأَنَّهَا آتِيَةٌ مِنْ مَوْضِعٍ مُعَاكِسٍ لِمَوْضِعِ رَفِيقِكَ !

الصَّوْتُ الَّذِي يَأْتِيكَ مِنْ جَانِبٍ يَتَّجِهُ إِلَى الْأُذُنِ الَّتِي هِيَ فِي الجَانِبِ الْآخَرِ .



١ نَبَّتُ كُلًّا مِنَ الْأُتْبُوبِيَانِ إِلَى قَمْعٍ . أَلْصِقِ الْأُتْبُوبِيَانِ إِلَى الخَشَبَةِ ، كَمَا هُوَ مُبَيَّنٌ فِي الصُّورَةِ . رَكِّزْهُمَا فِي أَوَّلِ أُذُنَيْكَ ، وَلَا تَحْشُرْهُمَا .

ضَعْ قَمَاشًا فَوْقَ ظَرْفِ كُلِّ أُتْبُوبٍ .

## ٦١ خَرِيْطَةٌ لِلسَّانِكِ

عِنْدَمَا تَتَذَوَّقُ طَعَامًا تُبَيِّنُكَ حَاسَّةُ الذَّوْقِ كُلَّ شَيْءٍ عَنِ نَكْهَتِهِ . لَا يَسْتَطِيعُ لِلسَّانِكِ أَنْ يَتَذَوَّقَ إِلَّا أَرْبَعَةَ أَنْوَاعٍ مِنَ المَذَاقِ . وَهُوَ يَتَذَوَّقُهَا فِي أَمَاكِنَ مُتَفَرِّقَةٍ مِنْهُ .

ما نَحْتَاجُ إِلَيْهِ:



وَرَقَةٌ

قَلَمٌ رِصَاصٌ



مِلْعَقَةٌ



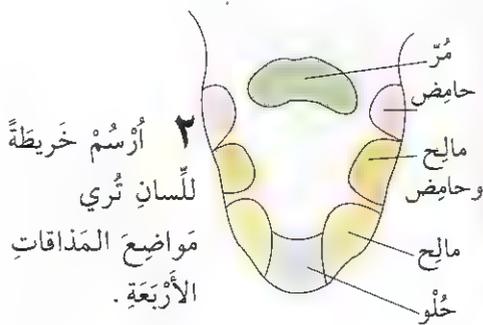
قَطْرَةٌ



مَاءٌ لَيْمُونَةٌ

أَرْبَعَةٌ أَكْوَابٌ

شَايٍ ، قَهْوَةٍ ، سَكَّرٌ وَمِلْحٌ



٢ أُرْسِمُ خَرِيْطَةً لِلسَّانِ تُرِي مَوَاضِعَ المَذَاقَاتِ الأَرْبَعَةِ .

١ حُلِّ شَيْئًا مِنْ عَصِيرِ اللَّيْمُونِ ، السُّكَّرِ ، وَالمِلْحِ ، وَالقَهْوَةِ ، وَالشَّايِ فِي أَرْبَعَةِ أَكْوَابِ مَاءٍ . أَنْزِلْ قَطْرَاتٍ مِنْ كُلِّ مِنْهَا عَلَى لِسانِ رَفِيقِي . أَطْلُبْ مِنْهُ أَنْ يُحَدِّدَ مَوْضِعَ إِحْسَاسِهِ بِكُلِّ مِنْهَا فَوْقَ لِسانِهِ .



# ٦٢ اِخْتَبِرْ حَاسَّةَ لَمْسِكَ

ما تَحْتَاجُ إِلَيْهِ:



قُمَاش



قَلَمَا تَلْوِين



دَبَابِيسُ



مِقْصَصٌ



فِرْجَار (بِرْجَل)



لَوْحُ كَرْتُونِي سَمِيكٌ



مِسْطَرَّةٌ

أَنْتَ تَشْعُرُ بِشَيْءٍ حَالَمَا يَمَسُّ جِلْدَكَ .  
لَكِنْ قَدْ لَا تَسْتَطِيعُ أَنْ تَتَبَيَّنَ شَكْلَهُ  
وَحَجْمَهُ . إِعْمَلْ فَاحِصَ (مِخْبَارَ)  
لَمْسٍ لِتَعْرِفَ مَدَى قُدْرَتِكَ عَلَى  
الإِحْسَاسِ بِالأَشْيَاءِ .

تُشَكِّلُ الدَّوَائِرَ الثَّلَاثَ  
بِطَاقَاتِ فَاحِصِ  
الْمَسِّ الثَّلَاثَةِ .

٢ فَصِّلِ الدَّائِرَةَ  
الكَبِيرَةَ ، وَلَوِّنِ  
الطَّاقَاتِ الثَّلَاثَةَ .

١ اسْتِخْدِمِ الْمِسْطَرَّةَ  
وَالْفِرْجَارَ لِتَرْسُمَ عَلَى  
اللَّوْحِ دَوَائِرَ ثَلَاثًا ،  
الوَاحِدَةَ دَاخِلَ الأُخْرَى .

يَتَّبِعِي أَنْ يَكُونَ قَطْرُ  
الدَّوَائِرِ ٣ سَم ،  
٦ سَم وَ ٩ سَم .

الطَّاقِ الأَوْسَطِ

٤ عَلَى رَفِيقِكَ أَنْ يَغْرَرَ بِضَعَّةٍ  
دَبَابِيسَ فِي الطَّاقِ المَرْكَزِيِّ .

الطَّاقِ المَرْكَزِيِّ  
الطَّاقِ الخَارِجِيِّ

٣ اسْأَلْ رَفِيقًا لَكَ  
أَنْ يَعْصِبَ عَيْنَيْكَ  
بِقِطْعَةِ قُمَاشٍ .

إِخْرِصْ عَلَى أَنْ  
يَكُونَ ارْتِفَاعُ  
الدَّبَابِيسِ وَاحِدًا .

لَا تَجْعَلِ اللُّوْحَ  
يَلْمِسُ الجِلْدَ .

٥ اسْأَلْ رَفِيقَكَ أَنْ يَضَعْتَ رُؤُوسَ الدَّبَابِيسِ  
عَلَى ذِرَاعِكَ بَرَفْقٍ . مَا عَدَدُ الدَّبَابِيسِ الَّتِي  
تُحْسِنُ بِهَا ؟ جَرِّبْ ثَانِيَةً إِذْ تَكُونُ الدَّبَابِيسُ  
مَعْرُوزَةً فِي الطَّاقِ الأَوْسَطِ وَالطَّاقِ  
الخَارِجِيِّ . ثُمَّ اخْتَبِرْ رَاحَةَ يَدِكَ وَأَصَابِعَكَ .

ذِرَاعُكَ لَيْسَتْ شَدِيدَةً  
الحَسَاسِيَّةَ . لَا تَسْتَطِيعُ  
أَنْ تَعْرِفَ عَدَدَ  
الدَّبَابِيسِ الصَّحِيحِ إِلاَّ  
فِي الطَّاقِ الخَارِجِيِّ .

رَاحَةُ يَدِكَ أَقَلُّ حَسَاسِيَّةً . تَسْتَطِيعُ أَنْ  
تَشْعُرَ بِالدَّبَابِيسِ كُلِّهَا فِي الطَّاقِ  
الأَوْسَطِ ، لَا فِي الطَّاقِ المَرْكَزِيِّ .

إِنَّ رُؤُوسَ أَصَابِعِكَ  
شَدِيدَةٌ الحَسَاسِيَّةُ .  
تَسْتَطِيعُ أَنْ تَشْعُرَ بِدَبَابِيسِ  
الطَّاقِ المَرْكَزِيِّ كُلِّهَا .

# ٦٣ اِخْتَبِرْ رَدَّ فِعْلِكَ

ما نَحْتاجُ إليه:



غراء

مِقَصَّ

قَلَمُ رِصَاصٍ



أَقْلَامُ تَلْوِينٍ



مِسْطَرَّةٌ طَوْلُهَا ٣٠ سَم

وَرَقَةٌ بَيْضَاءُ

نَحْتاجُ إلى حَوَاسِكُ كُلِّهَا لِتُنْبِتَكَ مَتَى يَكُونُ عَلَيْكَ فَجَاءَةٌ أَنْ تَتَصَرَّفَ . قَدْ نَحْتاجُ أحيانًا إلى التَّحَرُّكِ السَّرِيعِ . اِعْمَلِ الإِخْتِيارَ التَّالِيَّ لِتَرَى سُرْعَةَ رَدِّ فِعْلِكَ .

٢ لَوِّنِ النُّطَاقَاتِ  
ثُمَّ األصِقِ الشَّقَّةَ  
إلى المِسْطَرَّةِ .



١ اذْهَبْ المِسْطَرَّةَ على وَرَقَةٍ وَعَلِّمْ حَوْلَهَا بِقَلَمِ الرِّصَاصِ . فَصِّلْ شَقَّةَ الوَرَقِ وَعَلِّمْهَا في سِتَّةِ نطَاقَاتٍ مُتساوِيَةٍ .



٣ اِسْأَلْ رَفيقًا أَنْ يُمَسِكَ المِسْطَرَّةَ بِحَيْثُ يَكُونُ أَحَدُ طَرَفَيْهَا بَيْنَ إِبْهَامِكَ وَسَبَّابَتِكَ .



خَلِّ بَيْنَ إِبْهَامِكَ وَسَبَّابَتِكَ مَسَافَةً سَمٍ واحِدٍ .

٤ يُفَلِّتْ رَفيقُكَ فَجَاءَةٌ المِسْطَرَّةُ . حَاولِ التَّقَاطُعَها ! يُنْبِتُكَ اللُّونُ الَّذِي تَلْتَقِطُ المِسْطَرَّةُ عِنْدَهُ بِسُرْعَةِ رَدِّ فِعْلِكَ .

رَدُّ فِعْلِ بَطيءٍ

رَدُّ فِعْلِ مُتوسِّطٍ

رَدُّ فِعْلِ سَريعٍ

سُرْعَةُ رَدِّ فِعْلِكَ هي الوَقْتُ الواقِعُ بَيْنَ إِحساسِكَ بِشَيْءٍ وَشُروعِكَ في التَّحَرُّكِ .



مُطارِدٍ أو مُطارِدٍ

ما إنْ تَرَى القِطَّةَ الصَّغِيرَةَ شَيئًا يَتَحَرَّكُ أَمَامَها حَتَّى تَتَدَفَّعَ وَرَافَهُ تُطارِدُهُ ، تَمَامًا مِثْلَما تَفْعَلُ القِطَّةُ البالِغَةُ في مُطارِدَةِ قَربِستها . لِلحَيَواناتِ عَادةً رَدُّ فِعْلِ سَريعٍ جِدًّا . وهي نَحْتاجُ لِذلك في تَصيِّدِها الطَّعامَ ، أو في هَرَبِها من أَعْدائِها .

# أَصْوَاتٌ وَمُوسِيقَى



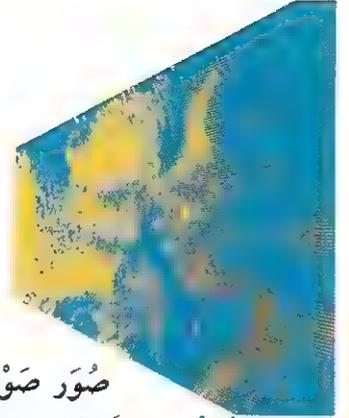
## إِشَارَاتٌ صَوْتِيَّةٌ

كثيْرًا مَا نَسْتَحْدِمُ الْأَصْوَاتَ إِشَارَاتٍ .  
فإِطْلَاقُ صَفَارَةٍ فِي مُبَارَاةٍ رِيَاضِيَّةٍ قَدْ  
يَعْنِي « تَوَقَّفْ » أَوْ « انْطَلِقْ » .



## سُرْعَةُ الصَّوْتِ

تَسْمَعُ صَوْتِ انْفِقَاعِ الْبَالُونِ قُوْرَ  
انْفِقَاعِهِ . ذَلِكَ أَنَّ الصَّوْتِ يَنْتَقِلُ  
اِنْتِقَالًا سَرِيْعًا بَيْنَ الْبَالُونِ وَأُذُنَيْكَ .  
إِنَّهُ يَنْتَقِلُ بِسُرْعَةِ ٣٤٠ م فِي  
الثَّانِيَّةِ ، أَيَّ اسْرِعَ قَلِيْلًا مِنْ مُعْظَمِ  
الظَّائِرَاتِ .



## صُورٌ صَوْتِيَّةٌ

هَذِهِ صُورَةٌ لِطِفْلِ لَمْ يُوَلَدْ بَعْدُ (جَنِينٌ) وَهُوَ  
لَا يَزَالُ فِي أَحْشَاءِ أُمِّهِ . اسْتُخْدِمَتْ فِي  
التَّصْوِيرِ طَرِيقَةُ الْأَصْوَاتِ « فَوْقَ السَّمْعِيَّةِ »  
أَيَّ فَوْقَ قُدْرَةِ الْإِنْسَانِ عَلَى سَمَاعِهَا .



## أَصْوَاتٌ مُوسِيقِيَّةٌ

فِي الْمُوسِيقَى تَسْلِيَّةٌ ، سَوَاءٌ  
أَكُنْتَ تَسْمَعُ إِلَيْهَا أَمْ تَعْرِفُهَا ، أَمْ  
كُنْتَ تُعْتَبِي . بِأَمْكَانِكَ أَنْ تَعْرِفَ  
مُوسِيقَى جَمِيْلَةً بِأَلَاتٍ تَصْنَعُهَا  
بِنَفْسِكَ ، كَهَذَا الطَّبْلِ الَّذِي  
تَرَاهُ فِي الصُّورَةِ . تُرِيكَ  
التَّجْرِبَةُ ٦٩ فِي الصَّفْحَةِ  
٨٠ كَيْفَ تَعْمَلُ ذَلِكَ .

## أَغْنِيَاتُ الْبَحْرِ

الكثيْرُ مِنْ حَيَوَانَاتِ الْبَحْرِ تُصْدِرُ أَصْوَاتًا تَتَفَاهَمُ  
فِيهَا بَيْنَهَا بِوَسْطِطِهَا . الْحَيْتَانُ « تُعْتَبِي » ، وَيَنْتَقِلُ  
غِنَاؤُهَا تَحْتَ الْمَاءِ مَسَافَاتٍ بَعِيدَةً .



# ٦٤ مَشَاهِدُ صَوْتِيَّة

عندما يُصْدِرُ شَيْءٌ صَوْتًا يَهْتَزُّ اهْتِزَازًا سَرِيعًا . وهذا يَجْعَلُ الهَوَاءَ من حَوْلِهِ يَهْتَزُّ أَيضًا . تَنْتَقِلُ الإهْتِزَازَاتُ الهَوَائِيَّةُ ، ونُسَمِّيها « المَوْجَاتِ الصَّوْتِيَّةِ » ، عَبْرَ الهَوَاءِ . عندما تَصِلُ إلى أُذُنِكَ تَسْمَعُ صَوْتًا . أَرِ كَيْفَ تَجْعَلُ الأصْوَاتِ الهَوَاءَ يَهْتَزُّ .

ما نَحْتِاجُ إليه :



١ قَصِّ رُقْعَةً مِنَ البلاستيكِ أَكْبَرَ قَلِيلًا مِنَ الطَّاسِ .



٢ شَدِّ البلاستيكِ حَوْلَ الطَّاسِ وَارْبِطْهُ بِرِبَاطٍ مَطَاطِيٍّ .



٣ أَلصِقِ حَوَافَّ البلاستيكِ إلى الطَّاسِ مَشْدُودَةً .



٥ اِرْفَعْ القَدْرَ قُرْبَ البلاستيكِ ، وَاخْطِطْهَا بِمِغْفَقَةٍ . تَقْفِزْ حَبَّاتِ الرُّزِّ طُلُوعًا وَنُزُولًا !



٤ رُشِّ بِضَعِ حَبَّاتِ رُزٍّ عَلَى البلاستيكِ المَشْدُودِ .



تَقْفِزُ حَبَّاتِ الرُّزِّ طُلُوعًا وَنُزُولًا إِذْ يَهْتَزُّ البلاستيكُ . تَرَى ذَلِكَ عَلَى نَحْوِ أَوْصَحِ إِذَا نَظَرْتَ مِنْ جَانِبٍ .



تَلْقِي المَوْجَاتِ

الرَّالِدُ فِي هَذِهِ الصُّورَةِ يَسْتَمِيعُ إِلَى شَوْكَةِ رَنَانَةٍ . تُرْسِلُ الشَّوْكَةُ الرَّنَانَةُ مَوْجَاتِ صَوْتِيَّةٍ تُشْبِهُ الأَقْوَامِ الرَّرْقَاءِ فِي الصُّورَةِ . عِنْدَمَا تَسْمَعُ صَوْتًا تَصِلُ إِلَى أُذُنِكَ مِثْلَ الأَلُوفِ مِنْ هَذِهِ الإهْتِزَازَاتِ فِي كُلِّ ثَانِيَةٍ .



# ٦٥ اصْنَعْ مُسَدَّسًا صَوْتِيًّا

ما نَحْتَاجُ إِلَيْهِ:

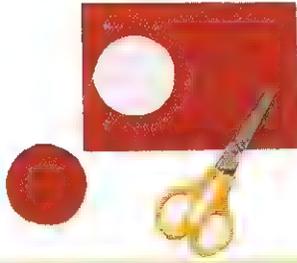


الموجات الصوتية تضرب أذنيك - مع أنك قد لا تشعر بها. والأصوات العالية قادرة على جعل الأشياء تتحرك. أرنا ذلك بأن نطلق موجة صوتية على هدف فتَهْزُهُ.

١ أرسم حول الأنبوب لتعمل دائرة على الورقة.



٢ فصل الدائرة.



٣ استخدم رأس قلم الرصاص لعمل ثقب في وسط الدائرة.



٤ ألصق الدائرة إلى أحد طرفي الأنبوب.



٥ شد البلاستيك حول طرف الأنبوب الآخر مستخدماً الرباط المطاطي.



٦ اظف شريط الورق وألصقه إلى وجهه طاولته.



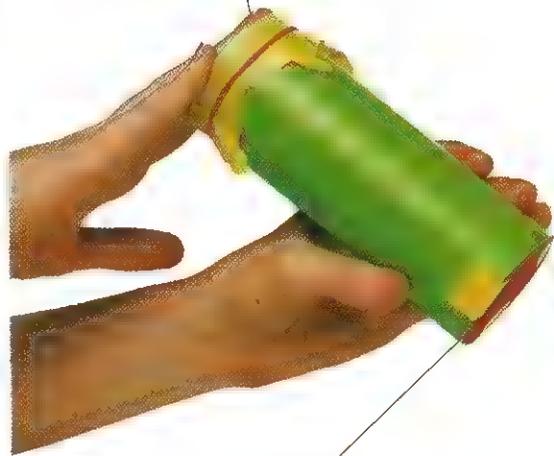
## ثلوج منزلة

قد يتسبب الصوت بحدوث « هيار ثلجي » حيث تتداعى الثلوج وتتهازم مع انحدار الجبل. الأصوات العالية تُرسل موجات صوتية تُزعزع الثلوج فتبدأ بالانهيار.



٧ وجه طرف الأنبوب ذا الثقب إلى شريط الورق. انقر البلاستيك فيهِتَزُّ الشريط.

يتسبب نقر البلاستيك بموجة صوتية تنتقل نزولاً في الأنبوب.



يوجه الثقب الموجة الصوتية صوب الشريط.

تحرك الموجة الصوتية الهواء فيهِتَزُّ الشريط.

# ٦٦ كَلِمَات تُنظَمُ بِالْخَيْطِ

ما نَحْتَاجُ إِلَيْهِ:

يَنْتَقِلُ الصَّوْتُ عَبْرَ مَوَادٍّ أُخْرَى مِثْلَمَا  
يَنْتَقِلُ عَبْرَ الْهَوَاءِ. إِصْنَعْ تَلْفُونًا  
بَسِيطًا تُخَاطِبُ بِهِ أَصْحَابَكَ. إِنَّ فِيهِ  
خَيْطًا يَحْمِلُ صَوْتَكَ.

شَرِيطَ لاصِقٍ رِبَاطَانِ مَطَّاطِيَانِ مَشْبَكَ وَرَقٍ



أَنْبُوبَانِ كَرْتُونِيَانِ

قَلَمٌ رِصَاصٍ مَرْوَسٌ



وَرَقَتَا نَسْخٍ



خَيْطٌ وَمَصِيصٌ (نُوبَارَةٌ)

٣ اَعْمَلْ نَقَبًا صَغِيرًا فِي وَسْطِ وَرَقَةٍ  
كُلِّ مِنَ الْأَنْبُوبَيْنِ.



٢ شُدِّ الْوَرَقَ وَالصِّمَّهُ إِلَى الْأَنْبُوبَيْنِ.



١ أُرْبِطْ وَرَقَةً نَسْخٍ حَوْلَ أَحَدِ طَرَفِي  
كُلِّ مِنَ الْأَنْبُوبَيْنِ.



الْخَيْطُ يَهْرُ  
الْوَرَقَ. وَذَلِكَ  
يُعِيدُ تَشْكِيلَ  
صَوْتِ الْمَتَكَلِّمِ.



٤ صِلْ بَيْنَ التَّمْبِينِ بِخَيْطٍ. أُرْبِطْ  
فِي كُلِّ طَرَفٍ مِنَ الْخَيْطِ مَشْبَكَ  
وَرَقِي لِتَمْنَعِ الْخَيْطَ مِنَ الْإِنْزِلَاقِ  
عَبْرَ التَّمْبِينِ.

٥ اسْتَحْدِمِ الْخَيْطَ كِتَلْفُونٍ تَتَكَلَّمُ  
خِلَالَهُ مَعَ رَفِيقِي لَكَ. تَأَكَّدُ مِنْ أَنْ يَطَّلُ  
الْخَيْطُ فِي أَثْنَاءِ الْحَدِيثِ مَشْدُودًا.

تَنْتَقِلُ الْإِهْتِرَازَاتُ  
عَبْرَ الْخَيْطِ  
الْمَشْدُودِ.

الْمَوْجَاتُ الصَّوْتِيَّةُ الصَّادِرَةُ مِنَ الْفَمِ  
تَهْرُ الْوَرَقَةَ وَالْخَيْطَ فِي هَذَا الطَّرَفِ.

فِي رَأْسِكَ أَصْوَاتٌ

إِضْرِبْ سَوْكَةً رَنَانَةً عَلَى وَجْهِ طَائِلَةٍ. ثُمَّ  
اضْغَطْ قَاعِدَتَهَا بَرَفِيقِي عَلَى رَأْسِكَ. تَسْمَعُ  
الصَّوْتَ أَعْلَى كَثِيرًا مِمَّا كُنْتَ سَمِعْتَهُ أَوَّلًا.  
تَنْتَقِلُ الْأَصْوَاتُ إِلَى أُذُنِكَ عَبْرَ رَأْسِكَ  
أَفْضَلَ مِنْ انْتِقَالِهَا عَبْرَ الْهَوَاءِ.



# ٦٧ صَوْت مُرْتَدّ

ما نَحْتَاجُ إِلَيْهِ:



عِدَّةُ كُتُبٍ



طَبَقٌ فَلَينٌ



صَحْنٌ

سَاعَةٌ تُنَكِّتُكَ (تُصَدِّرُ صَوْتًا)



أَنْبُوبَانِ كَرْتُونِيَانِ

قَدْ تَسْمَعُ أَحْيَانًا أَصْوَاتًا لَمْ تَصِلْ  
إِلَيْكَ مُبَاشَرَةً. أَرِنَا كَيْفَ تَصِلُ  
الْأَصْوَاتُ أَحْيَانًا بَعْدَ أَنْ تَكُونَ قَدِ  
ارْتَدَّتْ عَنِ جِسْمٍ آخَرَ.

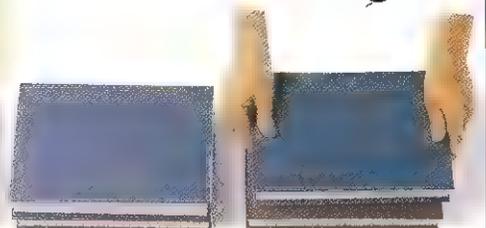


٣ قَرَّبِ  
السَّاعَةَ مِنْ  
إِحْدَى أذُنَيْكَ  
وَتَأَكَّدْ مِنْ أَنَّهَا  
تُنَكِّتُكَ.

٢ ضَعْ عَلَى كُلِّ مِنَ الْمَجْمُوعَتَيْنِ  
أَنْبُوبًا.



١ ضَعْ مَجْمُوعَتَيْنِ مِنْ كُتُبٍ تَكُونَانِ  
بِالْإِرْتِفَاعِ نَفْسِهِ.



٥ أَنْصِتْ عِنْدَ طَرَفِ  
الْأَنْبُوبِ الثَّانِي. لَنْ  
تَسْمَعُ السَّاعَةَ تُنَكِّتُكَ -  
إِلَّا إِذَا رَفَعَ رَفِيقُ لَكَ  
الصَّحْنَ قَرَّبَ الطَّرَفِ  
الْآخَرَ لِلْأَنْبُوبَيْنِ.



٤ رَكِّزِ السَّاعَةَ فِي طَرَفِ أَحَدِ  
الْأَنْبُوبَيْنِ.



المَوْجَاتُ الصَّوْتِيَّةُ تَرْتَدُّ  
عَنِ الصَّحْنِ الصَّلْبِ وَتَنْتَقِلُ  
عَبْرَ الْأَنْبُوبِ إِلَى أذُنَيْكَ.

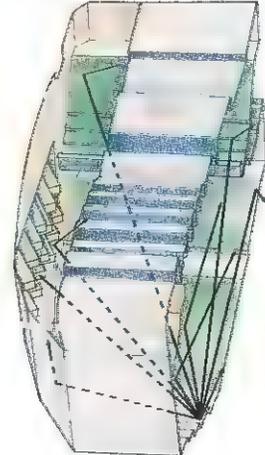
٦ أَظْلُبُ مِنْ رَفِيقِكَ أَنْ يَرَفَعَ طَبَقَ فَلَينٍ  
بَدَلَ الصَّحْنِ. الْآنَ يَخْتَفِي الصَّوْتُ.



تَتَشَرَّبُ الْفَلِينَةُ  
اللَّيئَةُ الْمَوْجَاتِ  
الصَّوْتِيَّةَ.

## أَصْوَاتُ مُحَسَّنَةٍ

فِي قَاعَاتِ الْحَفَلَاتِ الْمَوْسِيقِيَّةِ تَرْتَدُّ  
المَوْجَاتُ الصَّوْتِيَّةُ الْآتِيَةُ مِنَ الْمَسْرَحِ  
عَنِ الْجُدْرَانِ. وَذَلِكَ يُحَسِّنُ نَوْعِيَّةَ  
الصَّوْتِ الَّذِي يَسْمَعُهُ الْجُمْهُورُ.



# ٦٨ اصْنَعُ فِقَاعَةَ وَرَقِيَّةَ

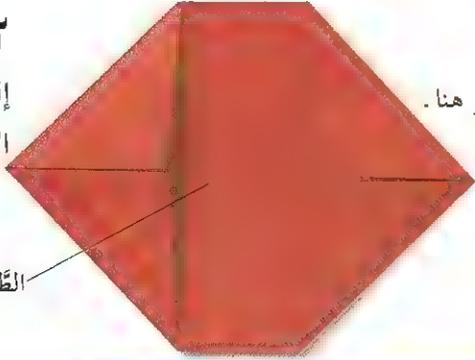
ما نَحْتَاجُ إِلَيْهِ:

رُقْعَةٌ مِنْ وَرَقٍ صُلْبٍ  
قِيَاسُهَا نَحْوُ ٣٠  
سَم بِـ ٤٠ سَم



أَصْدِرْ صَوْتًا يَنْفَقِعُ انْفِقَاعًا دُونَ أَنْ تَسْتَحْدِمَ فِي  
إِحْدَاثِ ذَلِكَ إِلَّا رُقْعَةً مِنْ وَرَقٍ! تُولَدُ الْفِقَاعَةُ حَرَكَةً  
هَوَاءٍ ضَخْمَةً وَسَرِيعَةً، مُحَدِّثَةً مَوْجَةً صَوْتِيَّةً مُفَاجِئَةً  
وَقَوِيَّةً. تَنْدَفِعُ هَذِهِ الْمَوْجَةُ الصَّوْتِيَّةُ فِي اتِّجَاهِكَ،  
وَتَسْمَعُهَا أَنْتَ عَلَى هَيْئَةِ صَوْتِ انْفِقَاعٍ.

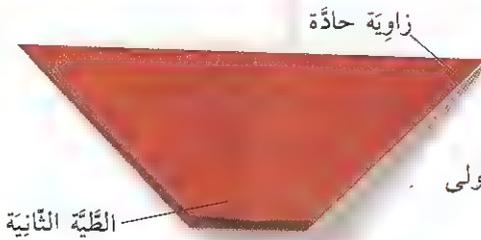
٢ اِطْوِ الزَّوَايَا  
إِلَى الطَّيَّةِ  
الْأُولَى.



١ اِطْوِ الطَّرْفَيْنِ  
الْأَطْوَلِ مِنَ الْوَرَقَةِ  
مَعًا. ثُمَّ افْتَحِ  
الْوَرَقَةَ.



٤ افْتَحِ  
الطَّيَّةَ الثَّانِيَةَ.



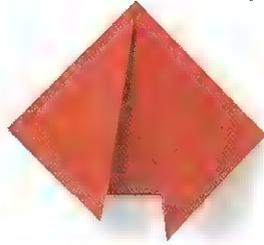
٣ اِطْوِ الْوَرَقَةَ  
نِصْفَيْنِ عَلَى طَوْلِ  
الطَّيَّةِ الْأُولَى. ثُمَّ  
اِطْوِهَا نِصْفَيْنِ  
ثَانِيَةً طَوْلِيًّا.



٦ اِطْوِ الْوَرَقَةَ إِلَى الْخَلْفِ عَلَى  
طَوْلِ الطَّيَّةِ الثَّانِيَةِ لِإِحْدَاثِ  
شَكْلِ مُثَلَّثِيٍّ.



٥ اِطْوِ الزَّوَايَتَيْنِ  
الْحَادَتَيْنِ.



الْبَرْقُ وَالرَّعْدُ  
تُسَخَّنُ وَمَضَّةُ الْهَوَاءِ فَيَتَمَدَّدُ  
بِصَوْرَةٍ مُفَاجِئَةٍ. ذَلِكَ يُؤَلِّدُ مَوْجَةً  
صَوْتِيَّةً تَنْشُرُ فِي الْجَوِّ، مُحَدِّثَةً قِصْفَ  
الرَّعْدِ.

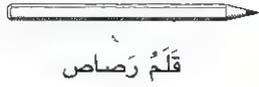


٧ اُمْسِكْ بِالْفِقَاعَةِ بِقُوَّةٍ مِنْ  
زَاوِيَتَيْهَا الْحَادَتَيْنِ. اِرْقَعْهَا وَانْتَرُهَا  
سَرِيعًا، فَتَنْفَقِعُ انْفِقَاعًا شَدِيدًا.

تَنْفِضُ طَيَّةً مِنَ الْوَرَقِ  
مُنْفِثَةً مُحَدِّثَةً فِي الْهَوَاءِ  
حَرَكَةً مُفَاجِئَةً. وَهَذِهِ تَصِلُ  
إِلَيْكَ صَوْتُ انْفِقَاعٍ.

# ٦٩ دُقُّ طَبُولًا

ما نَحْتَاجُ إِلَيْهِ:



قَلَمٌ رِصَاصٌ



مِقْصٌ

حَبْلٌ نَوِي  
شَرَابَتَيْنِ



حَبْلٌ رَفِيعٌ طَوْلُهُ ٥ م



أَصِيصَا أَزْهَارٍ  
بِلَاسْتِيكِيَّاتِنِ



شَرِيْطٌ  
لِاصِقِ مَلَوْنٍ



بَالُونٌ كَبِيرٌ



غَرَاءٌ مَطَاطِيئِي



وَرَقٌ مَلَوْنٌ

عَلْبَةٌ كَعَكٍ مُسْتَدِيرَةٌ  
مِن تَتَك

مُوسَلِيْنِ قُطْنِيَّ  
أَبْيَضٌ

٣ اسْتَحْدِمِ الْأَصِيصَ لِتَرْسُمَ عَلَى  
المُوسَلِيْنِ دَائِرَتَيْنِ . ثُمَّ ارْسُمِ حَوْلَ كُلِّ  
مِنْهُمَا دَائِرَةً أَكْبَرَ .



٢ قَصِّ عُنُقَ البَالُونِ ، وَشُدَّهُ فَوْقَ  
التَّنَكَّةِ وَأَلْصِقْهُ . إِنَّ طَبْلَ التَّنَكِّ جَاهِزٌ .



١ رَيِّنِ التَّنَكَّةَ بَوَرَقِ مَلَوْنٍ . أَلْصِقِ الحَبْلَ  
الغَلِيظَ بِأَحْكَامٍ إِلَى جَانِبَيْنِ مِنَ التَّنَكَّةِ  
مُتَقَابِلَيْنِ .



٦ اِطْوِ الْأَهْدَابَ إِلَى الدَّاخِلِ وَغَرِّهَا .  
اِفْتَحْ بِالْقَلَمِ ١٦ ثَقْبًا فِي مُحِيطِ كُلِّ مِنَ  
الحَافَتَيْنِ .



إِخْرِصْ عَلَى أَنْ  
تَكُونَ الثُّقُوبُ  
مُتَسَاوِيَةً البُعْدِ .

٥ فَصِّلِ المُوسَلِيْنِ عِنْدَ الدَائِرَتَيْنِ  
الكَبِيرَتَيْنِ . قَصِّ أَهْدَابًا فِي حَافَةِ كُلِّ مِنَ  
الدَائِرَتَيْنِ الكَبِيرَتَيْنِ تَصِلُ حُدُودَهَا إِلَى  
الدَائِرَةِ الدَّاخِلِيَّةِ .



٤ غَطِّ الْأَصِيصِيْنِ بِوَرَقِ مَلَوْنٍ . ثُمَّ  
أَلْصِقِ الْأَصِيصِيْنِ مَعًا مِنْ جِهَةِ القَاعِدَةِ  
إِلْصَاقًا مُحْكَمًا .



٩ امسح الدائرتين بالغراء . شدّ الحبل  
ثانيةً . عندما يجفّ الغراء يكون الطمّ ظمّ  
جاهزاً .



٨ مرّر ما تبقى من الحبل بين حبلتي  
حافتي الدائرتين . شدّه واعقده .



٧ مرّر الحبل الرفيع في الثقوب . ضع  
دايرة موسلين فوق كل أصيص . شدّ  
الحبل واعقده .



الشريط اللاصق يحفظ  
وجه البالون مشدوداً .

إن شدّ الحبل يمطّ  
الموسلين فيعطي  
نعمة أعلى .



لا تفرغ وجه  
الطبل بقوة زائدة ،  
فقد ينشق .



مربعات من ورق  
ملون وشق من شريط لاصق

١٠ ضع حبل طبل التنك حول  
عُنقك . اقرع الطبل بعود أو قلم . احمِل  
الطمّ ظمّ تحت ذراعك أو بين ركبتيك .  
اقرعه بأصابعك .



طمّ طبول

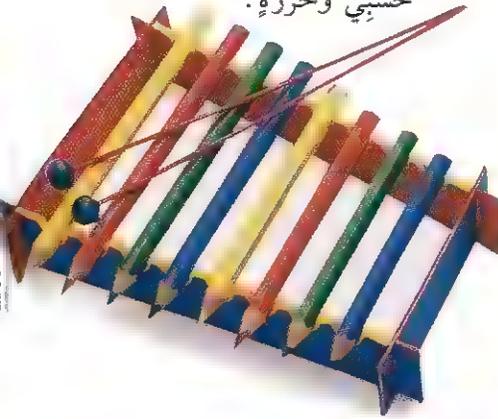
هذا طمّ طبولٍ مما يستخدمه عادةً طبال فرقة  
موسيقية . إنه يشتمل على طبول من أحجام  
مختلفة ، ويقوم الطبال الواحد بالقرع عليها  
جميعها - بما في ذلك طبل كبير يستخدم  
الطبال قدمه في القرع عليه . بواسطة دواسه .  
يشتمل الطمّ أيضاً على عددٍ من الصنوج .

## ٧٠ اعزف لحنًا

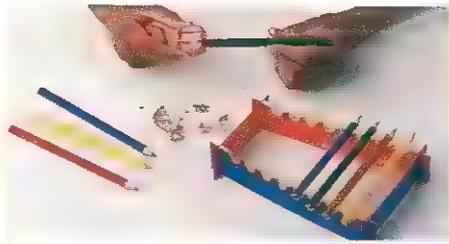


اصْنَعْ زَيْلُوفُونَكَ بِنَفْسِكَ . لهذه الآلة الموسيقية قُضبانٌ خَشَبِيَّةٌ تَهْتَرُ عِنْدَ نَقْرِهَا مُوَلَّدَةٌ نَعْمَاتٍ مُوسِيقِيَّةٍ . إنَّ زَيْلُوفُونَكَ مَصْنُوعٌ مِنْ أَقْلَامٍ رِصَاصٍ .

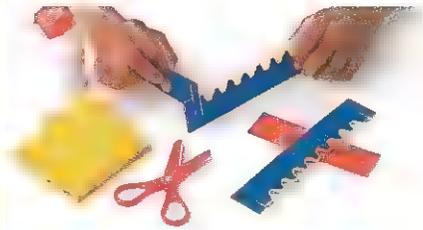
٣ اعزف على زيلوفون الأقلام بوقرعتين تتألف الواحدة منهما من سبخ خشبي وخرزة .



٢ استخديم المبراة لتقصير الأقلام كما هو مبين . ركزها على الإطار .



١ استخديم الأشكال التي تراها أدناه لتعمل من اللوح إطارًا . اطلل الإطار وعرّ فوقه لبّادًا .



ليكن جانبا الإطار على هذا الشكل ، بطول ٢١ سم .

ليكن الظرف الأقصر من الإطار على هذا الشكل ، بطول ١١ سم .

هذه الأشكال أصغر مما أنت بحاجة إليه . عمل أشكالك بالأحجام المعطاة .

ليكن الظرف الأطول من الإطار على هذا الشكل ، بطول ١٥ سم .

## ٧١ اعزف على مزمار



بإمكانك أن تتلقى الموسيقى من طقم أنابيب . ما عليك إلا أن تنفخ في أطرافها المفتوحة . وهذا يجعل الهواء داخل كل أنبوب يهتز مما يولد نعمة موسيقية . الأنابيب المختلفة طولًا تعطي نغمات مختلفة .

٢ ألصق الأنابيب معًا ، الواحد إلى جانب الآخر ، لتعمل منها طقمًا . عرّ الشريط الملون إلى شق من الورق المقوى ، وألصقه حول طقم الأنابيب .



١ قصّ الأنبوب إلى أقسام ، كل قسم منها أطول من الآخر يستقيمتر واحد . زينها بأشرطة لاصقة .



٤ أَسِنْدُ طَقَمِ أَنْابِيْبِ الْمِرْمَارِ  
إِلَى شَفْتَيْكَ السُّفْلَى . حَرِّكْ  
مِرْمَارَكَ يَمِينًا وَشِمَالًا ، وَانْفُخْ  
فِي أَنْابِيْبٍ مُخْتَلِفَةٍ فَتَحْصُلْ  
عَلَى نَعْمَاتٍ مُخْتَلِفَةٍ .

تُعْطِي الْأَنْابِيْبُ  
الْأَقْصَرَ نَعْمَاتٍ  
أَعْلَى .

تُعْطِي الْأَنْابِيْبُ  
الْأَطْوَلَ نَعْمَاتٍ  
أَعْمَقَ .



٣ إَعْمَلْ مِنْ مَعْجُونِ التَّشْكِيلِ كُرَاتٍ  
صَغِيرَةً . أَحْشُرْ كُرَةً مَعْجُونٍ فِي أَسْفَلِ  
كُلِّ أَنْبُوبٍ . هَذَا هُوَ مِرْمَارُكَ .



## ٧٢ انْفُخْ فِي بوق

بِإِمْكَانِكَ أَنْ تَصْنَعَ بوقًا مِنْ خُرطومِ مَاءٍ وَقِمْعٍ! رَمِّمْ  
شَفْتَيْكَ وَضَعْهُمَا عَلَى طَرَفِ البوقِ . انْفُخْ فَيَنْطَلِقُ  
صَوْتُ البوقِ . يَحْدُثُ ذَلِكَ لِأَنَّ نَفْحَتَكَ تَجْعَلُ الهَوَاءَ  
فِي دَاخِلِ البوقِ يَهْتَزُّ .

مَا تَحْتَاجُ إِلَيْهِ:



مِقْصَ



قِمْعَ



خُرطومَ مَاءٍ  
بِطُولِ ٧٥ سَمَ



حَبْلَ نَوَ  
شَرَابِيْتَيْنِ



شَرِيْطَانِ

لِاصْطِقَانِ مَلُونَانِ

قَلَمَ رِصَاصِ

٣ زَيِّنِ البوقَ بِشِقَقِي مِنَ الشَّرِيْطَيْنِ  
اللَّاصِقَتَيْنِ وَبِالْحَبْلِ . الْآنَ بوقُكَ جَاهِزٌ  
لِتَنْفُخَ فِيهِ .

٢ لُفِّ حَوْلَ الطَّرَفِ الْآخِرِ شَرِيْطًا  
لِاصْطِقًا لِعَمَلِ سِنْدَةِ القَمِّ . اِلْوِ الْخُرطومِ  
وَتَبَّتْ إِلَيْهِ القَلَمُ .

١ زَيِّنِ القِمْعَ بِشَرِيْطٍ لِاصِيقٍ . اَدْخِلْهُ فِي  
أَحَدِ طَرَفِي الخُرطومِ وَتَبَّتْهُ بِشَرِيْطٍ لِاصِيقٍ .



انْفُخْ خِلَالَ سِنْدَةِ  
القَمِّ .



يُصِدِّرُ البوقُ  
نَعْمَاتٍ قَلِيْلَةً .  
يُمْكِنُ الحِصُولُ  
عَلَى هَذِهِ النَعْمَاتِ  
بِزِيَادَةِ رَمِّ شَفْتَيْكَ  
أَوْ بِإِرْخَاؤِهِمَا .

# ٧٣ اصْنَعْ بَانْجُو

ما تَحْتَاجُ إِلَيْهِ:



للْبَانْجُو أَرْبَعَةٌ أَوْتَارٍ مَشْدُوْدَةٌ .  
تَعْرِفُ عَلَى الْبَانْجُو بِجَدْبٍ أَوْتَارِهِ  
بَأَصَابِعِكَ . تَهْتَزُّ الْأَوْتَارُ اهْتِرَازًا  
سَرِيْعًا جِدًّا مُجَدِّثَةً نَعْمَاتٍ  
مَوْسِيقِيَّةً . قَدْ يَطِيْبُ لَكَ أَنْ تَجْدِبَ  
الْأَوْتَارَ كُلَّهَا مَعًا لَاهِيًّا . وَقَدْ تَعْرِفُ  
نَعْمَةً بَعْدَ نَعْمَةٍ لِتَأْتِيَ بِلَحْنٍ .  
وَيَأْمَكَانِكَ أَنْ تَجْعَلَ كُلَّ وَتَرٍ يَأْتِي  
بَعْدَهُ نَعْمَاتٍ .

٣ اِظْلِ الْخَشَبَةَ وَالطَّسْتَ وَوَرْنِيْهُمَا .  
أَمْزِجْ مَعَ طَلَاءِ الطَّسْتِ غِرَاءً . اِظْلِ  
الْخَشَبَةَ بِخَطُوْطٍ عَرْضِيَّةٍ .

٢ اِلْوِ طَيِّبِيْ شَكْلَ الـ 'I' إِلَى الْخَارِجِ .  
أَدْخِلْ طَرَفَ الْخَشَبَةِ عَبْرَ الْفُتْحَتَيْنِ . دَبِّسِ  
الطَّيِّبَيْنِ بِالْخَشَبَةِ .

١ اَللَّهِ شُوْ تَحْتَ حَافَةِ الطَّسْتِ شَكْلِي  
'I' مُتَقَابِلَيْنِ . اجْعَلُهُمَا فِي عَرْضِ طَرَفِ  
الْخَشَبَةِ .



٦ اِعْمَلْ جِسْرَيْنِ مُثَلَّثَيْنِ مِنْ كَرْتُونٍ  
وَوَرَقِي . لِيَكُنْ أَحَدُ الْجِسْرَيْنِ فِي عَرْضِ  
الْخَشَبَةِ وَالْآخَرُ ثَلَاثَةَ أَصْعَافٍ عَرْضِيًّا .

٥ اَدْخِلْ جُزْئِيًّا أَرْبَعَةَ بَرَاغِي عَيْنِيَّةٍ فِي  
كُلِّ مِنْ طَرَفِي الْخَشَبَةِ . تَأَكَّدُ أَنَّكَ سَتَسْتَطِيعُ  
أَنْ تَبْرُمَ كُلَّ بَرُغِي فِي أَيِّ مِنَ الْإِتْجَاهَيْنِ .

٤ قَصِّ عُنُقَ الْبَالُونِ . مَطِّ الْبَالُونِ  
فَوْقَ الطَّسْتِ وَالْأَصْفَهُ إِلَى الْجَوَانِبِ .  
اِظْلِ عَلَيْهِ شَكْلًا تَرْيِيْنِيًّا .



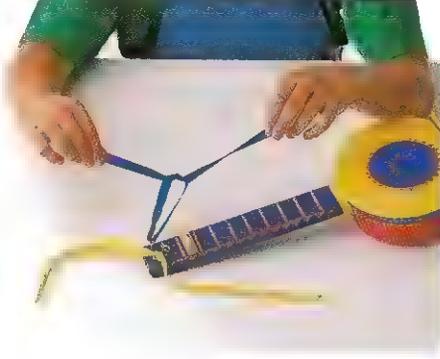
٧ **فَصِّ خَيْطَ صَيْدِ السَّمَكِ إِلَى أَرْبَعَةِ أَوْتَارٍ. أُرْبِطْ هَذِهِ الْأَوْتَارَ إِلَى مَجْمُوعَتِي الْبِرَاغِيِّ رِبْطًا مُحْكَمًا.**



٨ **أَدْخِلِ الْجِسْرَيْنِ تَحْتَ الْأَوْتَارِ، كَمَا تُرِيكَ الصُّورَةُ. أَبْرُمِ الْبِرَاغِيَّ الْعَيْنِيَّةَ لَشَدِّ الْأَوْتَارِ.**



٩ **رَبِّبِ الْبَانَجُو بِتَعْلِيْقِ شَرِيْطَيْنِ مُلَوَّنَيْنِ بِالْبِرَاغِيِّ الْعَيْنِيَّةِ. إِنَّ الْبَانَجُو الَّذِي صَنَعْتَ جَاهِزٌ الْآنَ لِتَعْرِفَ عَلَيْهِ.**



يُعْطِيكَ شَدُّ الْأَوْتَارِ صَوْتًا أَعْلَى. وَإِرْخَاؤُهَا قَلِيلًا يَخْفِضُ نَعْمَتَهَا.

إِضْعَظْ عَلَى وَتَرٍ لِتُغَيِّرَ نَعْمَتَهُ. تَعْلُو النَّعْمَاتُ إِذْ تُحْرَكُ يَدَكَ صَوْبَ الطَّسْتِ. الْخُطُوطُ الْعَرَضِيَّةُ تُرِيكَ أَيْنَ تَضْعَظْ عَلَى الْأَوْتَارِ.

أَعِدِّ الْجِسْرَيْنِ بِطَيِّ قِطْعٍ مِنَ الْكَرْتُونِ وَالْوَرَقِ وَتَعْرِيبِهَا. حُزِّ أَرْبَعِ حُزْرٍ فِي حَاقَةِ وَاحِدَةٍ مِنْ كُلِّ مِنَ الْجِسْرَيْنِ لِتُمْسِكَ الْأَوْتَارَ.

الْجِسْرَانِ يَرْفَعَانِ الْأَوْتَارَ لِتَهْتَزَ دُونَ عَاتِقِي.

١٠ **أَصَابِعُ شَغَالَةَ**

الْجِيْتَارُ (الْقِيْتَارُ) يُشْبِهُ الْبَانَجُو، إِلَّا أَنَّ لَهُ سِتَّةَ أَوْتَارٍ. عِنْدَمَا تَضْعَظُ عَلَى وَتَرِ جِيْتَارٍ أَوْ بَانَجُو تُقْصِرُ الْجُزْءَ مِنَ الْوَتْرِ الَّذِي يَهْتَزُ. وَذَلِكَ يُغَيِّرُ النَّعْمَةَ الَّتِي يُصْدِرُهَا الْوَتْرُ عِنْدَ جَذْبِهِ.

دَوْرِنِ الْبَانَجُو بِالتَّحْكَمِ فِي شِدَّةِ الْأَوْتَارِ، بِحَيْثُ يُعْطِي كُلُّ مِنْهَا نَعْمًا مُخْتَلِفًا.



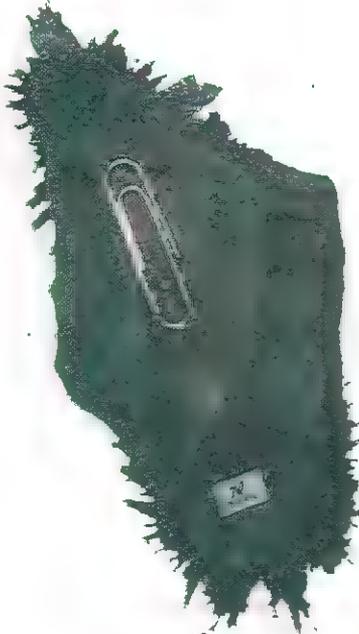
# المغناط

للمغناط قُوَى غامِضَةٌ. فهي تَجْدِبُ إليها  
أشياءً، وتَدْفَعُ عنها مغناطٍ أخرى. هذه القُوَى  
تُشْعَلُ المُحَرِّكاتِ الكَهْرَبائيَّةِ المَوْجُودَةَ في  
العديدِ مِنَ المَكِناتِ الَّتِي نَسْتَحْدِمُها.  
المغناطُ تُمَكِّنُ أَجْهَزَةَ التَّلْفِيزِونِ والرَّادِيو  
والمُسجَّلاتِ من إِصْدارِ الأصواتِ.  
وتَسْتَحْدِمُ أَجْهَزَةَ الكومبيوترِ المغناطِ  
لِاخْتِزانِ المَعْلُوماتِ.



## أضواء في السماء

الأرضُ مَغْنَطِيسٌ هائلٌ. ومَغْنَطِيسِيَّتُها تَسَبِّبُ في  
ظُهورِ هذه الأضواءِ السَّاجِرَةِ الألوانِ في السَّماءِ  
القُرْبِيَّةِ مِنَ القُطْبَيْنِ الشَّماليِّ والجَنوبيِّ.



## معدن مغناطيسي

كانت المغناطِ الأُولى قِطْعًا من  
معدنِ أسودٍ هو حَجَرُ المَغْنَطِيسِ.  
هذا الحَجَرُ يَجْدِبُ إليه أَجسامًا  
كَمِشْبِكِ الوَرَقِ الَّذِي تَراهُ في  
الصُّورَةِ.



## شمال، جنوب، شرق، غرب

تُسْتَحْدَمُ في مَعْرِفَةِ الإتجاهاتِ بوصلةً.  
إنَّ المَغْنَطِيسِيَّةَ الأَرْضِيَّةَ تَجْعَلُ إِبْرَةَ  
البوصلةِ تُشيرُ دائِمًا إلى جِهَةِ الشَّمالِ.



## جاذب ومُتَجَذِب

يَجْدِبُ المَغْنَطِيسُ  
الأجسامَ المَصنُوعَةَ من  
حديدٍ أو فولاذٍ،  
فتُجذبُ إليه وتَلْتَصِقُ  
بِطَرَفِيهِ (قُطْبِيَّهِ).



## موسيقى بالمغناطيس

يَدْخُلُ المَغْنَطِيسُ في صُنْعِ أَشْرَطَةِ التَّسْجِيلِ الَّتِي  
تَسْتَمِعُ إليها. آلهُ التَّسْجِيلِ وَسَماعَةُ الأذُنِ تَحْتَوِيانِ أيضًا  
على مَغْنَطِيسٍ.



## الطيور العائدة

يَسْتَطِيعُ الحَمَامُ عادَةً أَنْ يَجِدَ طَرِيقَ العُودَةِ إلى بَيْتِهِ. يَعتَقِدُ  
بَعْضُ العُلَماءِ أَنَّ الحَمَامَ يَسْتَحْدِمُ مَغْنَطِيسِيَّةَ الأَرْضِ لِاسْتِشْعارِ  
طَرِيقِهِ، بما يُشْبِهُ عَمَلَ البوصلةِ.

# ٧٤ حَيَّة رَقَاصَة ولبَادَة طَيَّارَة



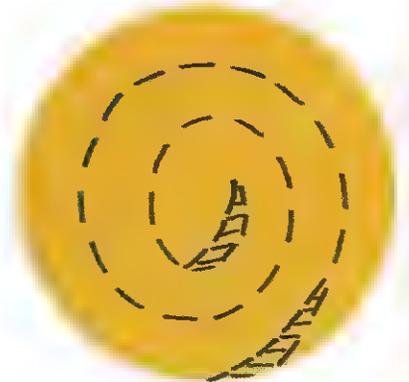
إِجْعَلْ حَيَّةً تَشَبُّهُ وَطَيْرٌ طَيَّارَةً -  
وذلك بِاسْتِخْدَامِ قُوَّةِ المِغْنَطِيسِ  
المُذْهِلَةِ. سَتَرَى فِي الوَقْتِ نَفْسِهِ  
أَيَّ أَجْسَامٍ يَجْذِبُ المِغْنَطِيسُ.



٢ عَلِّقْ مِشْبِكَ وَرَقٍ بِخَيْطٍ قَصِيرٍ. ثَبِّتِ  
المِشْبِكَ فِي رَأْسِ الحَيَّةِ.



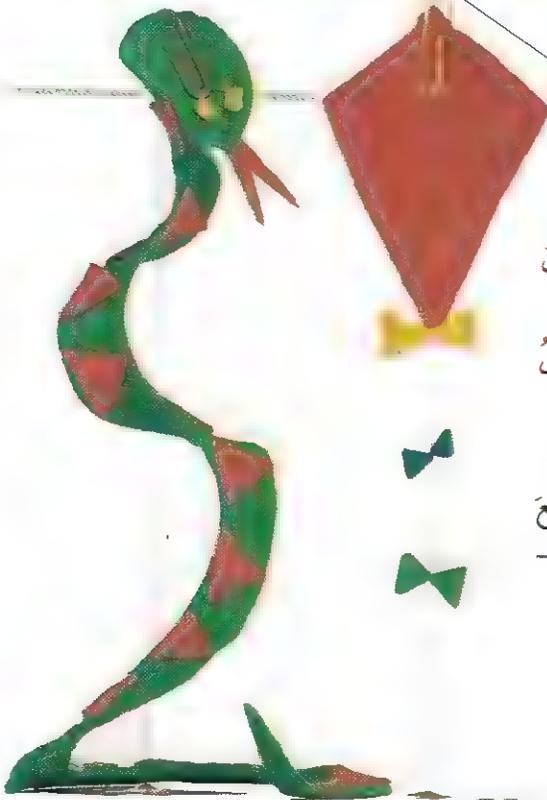
١ اُنْسخِ نَمُودَجَ الحَيَّةِ عَلَى لَبَادٍ.  
فَصِّلِ الحَيَّةَ وَرَيِّئَهَا بِلَبَادٍ مَلَوَّنٍ.



نَمُودَجُ حَيَّةٍ



يَجْذِبُ المِغْنَطِيسُ مِشْبِكَ الوَرَقِ.  
إِذْ رَفَعِ المِغْنَطِيسَ بِحَيْثُ يَجْعَلُ  
مِشْبِكَ الوَرَقِ الخَيْطَ مَشْدُودًا.



٤ حَرِّكِ المِسْطَرَّةَ وَالمِغْنَطِيسَ  
فَوْقَ الحَيَّةِ، فَتَشَبُّ الحَيَّةُ  
وَتَرْقُصُ وَتَتَمَائِلُ، وَكَأَنَّهَا تَتَمَائِلُ  
عَلَى مِزْمَارٍ حَاوٍ. إِذَا لَمْ تَشَبُّ  
الحَيَّةُ، اسْتَخْدِمِي مِغْنَطِيسًا أَقْوَى  
أَوْ قَصِّرِي الخَيْطَ. حَاولِي أَنْ تَصْنَعِي  
بِالطَّرِيقَةِ نَفْسَهَا أَشْكَالًا أُخْرَى -  
كَهذِهِ الطَّيَّارَةِ اللَّبَادِيَّةِ الرَّاهِيَّةِ  
الألوانِ.



٣ أَلصِقِي مِغْنَطِيسًا بِظَرْفِ المِسْطَرَّةِ.  
وَأَلصِقِي ظَرْفَ الخَيْطِ السَّائِبِ إِلَى  
الظَّالِوَةِ بِإِحْكَامٍ.



٥ قَرِّبِي المِغْنَطِيسَ مِنَ الأَجْسَامِ  
الصَّغِيرَةِ. لَاحِظِي كَيْفَ يَلْتَقِطُ تِلْكَ  
المَصْنُوعَةَ مِنْ حَدِيدٍ أَوْ فِوَالِذٍ فَقَطْ.

# ٧٥ سباق بالمِغْنَطِيسِ

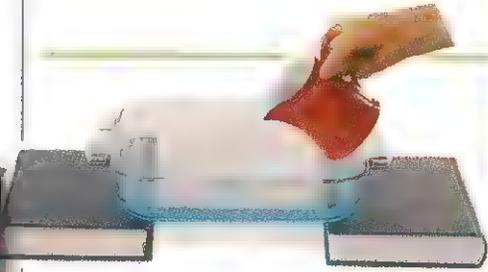


تتقدُّ قوَّةُ المِغْنَطِيسِ عَبْرَ الزُّجاجِ والِبِلاَسْتِيكِ والماءِ مِثْلَمَا تَتَقَدُّ عَبْرَ الهَوَاءِ. جَرِّبِ اسْتِخْدَامَ هذِهِ القُوَّةِ فِي سَحْبِ قَوَارِبَ فِي المَاءِ. أَقِمِ بَيْنَ القَوَارِبِ سِباقاً، لَكِنْ لا تُسْرِعْ. يَنْبَغِي أَنْ يَكُونَ المِغْنَطِيسُ قَرِيباً جِداً مِنَ القَارِبِ لِتَمَكَّنَ قُوَّتُهُ مِنَ الوُصُولِ إِلَيْهِ وَسَحْبِهِ.

٣ رَكَزِ الكِتابَيْنِ على وَجْهِ طاولَةٍ. رَكَزِ الصَّحْنَ عَبْرَ الكِتابَيْنِ وَاَمْلَأْهُ إلى نِصْفِهِ بالماءِ.

٢ فَصِّلْ شِراعيْنِ وَرَقِيَّيْنِ. اِقْلِبْ القَارِبَيْنِ وَثَبِّتْ كُلَّ شِراعٍ بِدَبُوسٍ.

١ اِعْرِزْ دَبُوسَ رَسْمِ فولاذيَّانِ فِي وِليَّةِ كُلِّ مِنَ شَكْلِي القَارِبِ.



٤ اَلصِّقْ مِغْنَطِيساً إلى ظَرْفِ كُلِّ عودٍ. ضَعْ القَارِبَيْنِ بِرَفْقٍ فِي صَحْنِ المَاءِ لِيظْفُوا.



تَتَقَدُّ قُوَّةُ المِغْنَطِيسِ عَبْرَ الصَّحْنِ والماءِ وَتَجْذِبُ دَبُوسَ الرِّسْمِ الفولاذيَّ.

٥ اِسْمِكْ تَحْتَ الصَّحْنِ عوداً ذا مِغْنَطِيسٍ. اظْلُبْ مِنَ رَفِيقِ أَنْ يَفْعَلَ الشَّيْءَ نَفْسَهُ. حَرِّكَا المِغْنَطِيسَيْنِ لِبَدْءِ سِباقي القَارِبَيْنِ.



مِغْنَطِيسٌ تَحْتَ المَاءِ يَتَفَحَّصُ هَذَا العَوَاصِ تَحْتَ المَاءِ حَفَّارَةً لِاسْتِخْرَاجِ التُّفَطِ. كَبَلَاتُ الفَحْصِ تُثَبِّتُهَا فِي أَمَاكِيزِهَا المِغْنَطِيسِ الحَمْرَاءِ. وَهذِهِ تَلْتَصِقُ بِالحَفَّارَةِ الفولاذيَّةِ، مَعَ أَنَّهَا فِي أَعْمَاقِ المَاءِ.

# ٧٦ اصْنَع سَيَّارَةً مِغْنَطِيسِيَّةً

ما نَحْتَاجُ إِلَيْهِ:

قَشَّةُ شُرْبٍ (شَقَاطَةٌ)

مَعْجُونٌ  
تَشْكِيلٌ

عَلْبَةٌ كِبْرِيَّةٌ فَارِغَةٌ

مِغْنَطِيسَانِ قَضِيبِيَّانِ

نَكَاشَتَا أُسْنَانٍ



فَرْجَارٌ  
(بَرْجَلٌ)



وَرَقٌ مَقْوًى



شَرِيْطٌ لِاصْبِقِ



مِقْصٌ

إِذَا أَنْتَ اسْتَخْدَمْتَ مِغْنَطِيسَيْنِ عَادِيَيْنِ كَانَ يَأْمَكَانِكَ أَنْ تُسَيِّرَ نَمُودَجَ سَيَّارَةٍ. ذَلِكَ لِأَنَّ الْمَغْنِاطَ، إِذَا قَرَّبْنَا أَحَدَهَا مِنَ الْآخَرِ، تَتَجَادَبُ أَوْ تَتَنَافَرُ. وَيَتَوَقَّفُ تَجَادُبُهَا أَوْ تَنَافَرُهَا عَلَى الْقُطْبَيْنِ الْمُتَوَاجِهَيْنِ.

٣ أَلْصِقْ قِطْعَتَيْ الْقَشَّةِ إِلَى الْجُزْءِ الْخَارِجِيِّ مِنَ الْعَلْبَةِ. أَدْخِلِ الصَّبِيَّةَ فِي الْعَلْبَةِ.



٢ قَصِّ قَشَّةَ الشُّرْبِ إِلَى قِسْمَيْنِ. اجْعَلْ كُلَّ قِسْمٍ فِي عَرَضِ عَلْبَةِ الْكِبْرِيَّةِ.



١ أَلْصِقْ أَحَدَ الْمِغْنَطِيسَيْنِ إِلَى دَاخِلِ صَبِيَّةِ عَلْبَةِ الْكِبْرِيَّةِ.



٥ أَدْخِلِ نَكَاشَتِي الْأُسْنَانِ عَبْرَ قِطْعَتَيْ الْقَشَّةِ. ثَبِّتِ الدَّوَائِرَ فِي أَطْرَافِ النَّكَاشَتَيْنِ الْأَرْبَعَةِ لِتَكُونَ عَجَلَاتٌ.



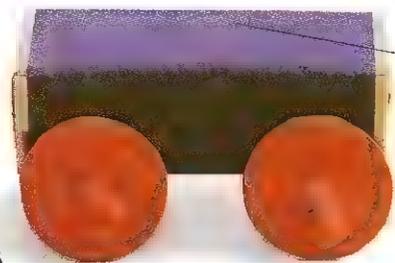
٤ أَرَسِّمْ عَلَى الْوَرَقِ الْمَقْوًى بِالْفَرْجَارِ أَرْبَعَ دَوَائِرَ. فَصِّلْهَا مُتَأَنِّبًا.



عَظُّ رُؤُوسِ  
النَّكَاشَتَيْنِ الْحَادَّةِ  
بِمَعْجُونِ تَشْكِيلٍ.

٦ ضَعِ عَلْبَةَ الْكِبْرِيَّةِ عَلَى وَجْهِ طَاوِلَةٍ. قَرِّبِ الْمِغْنَطِيسَ الْآخَرَ، فَتَنْطَلِقِ السَيَّارَةُ صَوْبَ الْمِغْنَطِيسِ أَوْ مَبْتَعِدَةً عَنْهُ.

أَدْرِ الْمِغْنَطِيسَ  
فَتَنْطَلِقِ السَيَّارَةُ فِي  
الْإِتْجَاءِ الْمُعَاقِسِ.



إِنَّ مِغْنَطِيسَ  
السَيَّارَةِ  
يَتَجَادَبُ مَعَ  
الْمِغْنَطِيسِ  
الَّذِي تَحْمِلُهُ  
أَوْ يَتَنَافَرُهُ.

# ٧٧ اسْتَكْشِفْ مَجَالًا مِغْنَطِيسِيًّا

حَوْلَ كُلِّ مِغْنَطِيسٍ «مَجَالٌ (حَقْلٌ)

مِغْنَطِيسِيٌّ»، حَيْثُ تَسْتَطِيعُ قُوَّةُ

المِغْنَطِيسِ أَنْ تُؤَثِّرَ جَذْبًا أَوْ دَفْعًا. المَجَالُ

المِغْنَطِيسِيُّ عَادَةً غَيْرُ مَرئيٍّ - لَكِنْ عِنْدَكَ

طَرِيقَةٌ تَسْتَطِيعُ بِوَاسِطَتِهَا أَنْ تَرَاهُ.

مَا نَحْتَاجُ إِلَيْهِ:



٣ اِمْلَأْ وَعَاءً ثَالِثًا بِالخَلِيطِ . لَفَّ مِغْنَطِيسًا قَضِيبِيًّا بِوَرَقِ طَعَامٍ شَفَافٍ . اُرْبِطْهُ بِخَيْطٍ مِصْبِصٍ إِلَى قَلَمٍ وَعَلِّقْهُ فِي الوِعَاءِ .

٢ ضَعِ مِغْنَطِيسَيْنِ قَضِيبِيَيْنِ تَحْتَ أَحَدِ الوِعَاءَيْنِ . وَضَعِ مِغْنَطِيسَيْنِ نِضْوِيَيْنِ فِي جِهَتَيْنِ مُتَعَابِلَتَيْنِ مِنَ الوِعَاءِ الآخَرِ .

١ ضَعِ مِلْعَقَةً كَبِيرَةً مِنْ بُرَادَةِ الحَدِيدِ فِي مَرْطَبَانِ (بَرَطْمَانِ) سَائِلِ مُرْكَزِ . حَرِّكْ لِتَنْتَشِرَ البُرَادَةُ بِشَكْلِ مُتَعَادِلٍ . ثُمَّ صَبِّ الخَلِيطَ فِي وَعَاءَيْنِ شَفَافَيْنِ مِنْ رُجَاجٍ أَوْ پِلَاسْتِيكٍ .



المِغْنَطِيسَانِ النَّضْوِيَانِ فِي طَرَفَيْنِ مُتَعَابِلَيْنِ مِنَ الوِعَاءِ كِلَاهُمَا يَجْذِبُ بُرَادَةَ الحَدِيدِ . ثَرِينَا بُرَادَةَ الحَدِيدِ كَيْفَ أَنْ المَجَالِ المِغْنَطِيسِيَّ لِكُلِّ مِنَ المِغْنَطِيسَيْنِ يَلْتَقِ مِنْ أَحَدِ قُطْبَيْهِ (طَرَفِي) المِغْنَطِيسِ إِلَى قُطْبِهِ الآخَرِ .

المِغْنَطِيسَانِ القَضِيبِيَانِ هُنَا يَدْفَعُ أَحَدُهُمَا الآخَرَ (بِتَنَافَرٍ) . ثَرِينَا نَسَقُ البُرَادَةِ كَيْفَ يَعْمَلُ المَجَالَانِ المِغْنَطِيسِيَانِ فِي اتِّجَاهَيْنِ مُتَعَابِسَيْنِ ، فَيُظَلُّ المِغْنَطِيسَانِ مُتَبَاعِدَيْنِ .

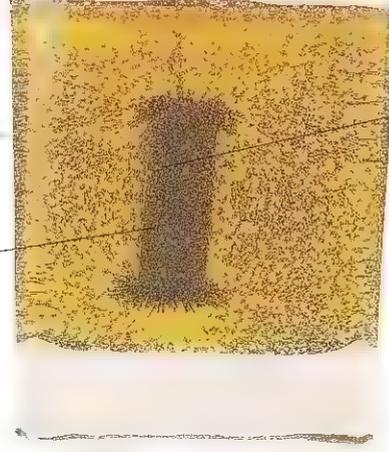
ماذا ترى ؟  
تَشْكُلُ البُرَادَةُ نَسَقًا ضِمْنَ مَجَالِي المِغْنَطِيسَيْنِ المِغْنَطِيسِيَيْنِ . يُرِيكَ النِّسَقُ اتِّجَاهَ جَذْبِ البُرَادَةِ فِي المِغْنَطِيسَيْنِ .



**جَذَبُ مِغْنَطِيسِي**  
يَجْذِبُ الْمِغْنَطِيسُ سِلْسِلَةً مِنَ الْأَجْسَامِ  
الْفَوْلَادِيَّةِ الصَّغِيرَةِ. إِنَّ الْمَجَالَ  
الْمِغْنَطِيسِي يُحَوِّلُ كُلَّ وَاحِدٍ مِنْ تِلْكَ  
الْأَجْسَامِ إِلَى مِغْنَطِيسٍ يَقُومُ بِدَوْرِهِ  
بِجَذَبِ جِسْمٍ فَوْلَادِيٍّ آخَرَ.



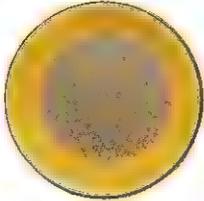
يَمْتَدُّ الْمَجَالُ الْمِغْنَطِيسِي  
حَوْلَ مِغْنَطِيسٍ فِي كُلِّ  
اتِّجَاهٍ. تَرَى ذَلِكَ بوضوحٍ  
فِي الْمِغْنَطِيسِ الْمُعَلَّقِ  
فِي السَّائِلِ الْمُرَكَّزِ.  
فَكَيْفَمَا بَرَّمْتَهُ وَجَدْتَ  
شَكْلَهُ لَا يَتَغَيَّرُ.



إِنَّ لَفَّ الْمِغْنَطِيسِ  
يَحْفَظُهُ مِنْ  
اللزوجة.

## ٧٨ اِفْصِلْ خَلِيطًا

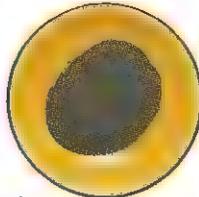
ما نَحْتَاجُ إِلَيْهِ:



صَحْنٌ فِيهِ رَمْلٌ



مِغْنَطِيسٌ



صَحْنٌ فِيهِ بُرَادَةٌ حَدِيدٌ

يَصْعَبُ جِدًّا، عَادَةً، فَضْلُ  
مَسْحُوقَيْنِ خَلِيطًا مَعًا. لَكِنْ يُصْبِحُ  
الْأَمْرُ سَهْلًا إِذَا كَانَ أَحَدُ  
الْمَسْحُوقَيْنِ مِغْنَطِيسِيًّا وَالْآخَرَ غَيْرَ  
مِغْنَطِيسِيٍّ.

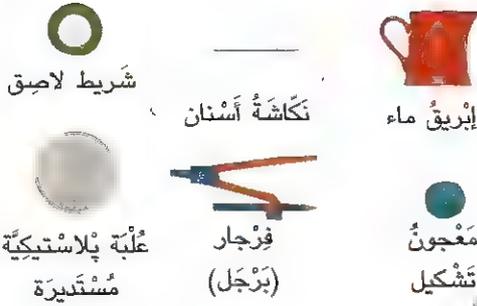
١ أَنْزِلْ بُرَادَةَ الْحَدِيدِ فِي الرَّمْلِ.  
حَرِّكْهُمَا بِأَصَابِعِكَ.

٣ قَرِّبْ مِنَ الصَّحْنِ مِغْنَطِيسًا. يَجْذِبُ  
الْمِغْنَطِيسُ بُرَادَةَ الْحَدِيدِ مُخَلَّفًا الرَّمْلَ  
فِي الصَّحْنِ.

٢ تَابِعِ التَّحْرِيكَ حَتَّى تَخْتَلِطَ الْبُرَادَةُ  
وَالرَّمْلُ اخْتِلَاطًا تَامًا.



# ٧٩ رَكْبُ بَوْصَلَةٍ



مَا تَحْتَاجُ إِلَيْهِ: إِنَّ الْأَرْضَ مَغْنَطِيْسٌ كَبِيْرٌ وَلَهَا مَجَالُهَا الْمَغْنَطِيْسِيُّ الْخَاصُّ. هَذَا الْمَجَالُ مِنْ الْقُوَّةِ بَحِيْثٌ يُحَرِّكُ مَغْنَطِيْسًا آخَرَ إِذَا كَانَ ذَلِكَ الْمَغْنَطِيْسُ الْآخَرَ حُرًّا التَّحَرُّكِ. وَالْمَغْنَطِيْسُ يَتَّجِهُ دَائِمًا نَحْوَ الشَّمَالِ.

٣ أَدْكُ الْإِبْرَةَ بِأَحَدِ طَرَفِي الْمَغْنَطِيْسِ نَحْوَ ثَلَاثِيْنَ مَرَّةً، فِي الْإِتِّجَاوِ نَفْسِهِ.

٢ أَلْصِقْ قَلِيْلًا مِنْ مَعْجُوْنِ التَّشْكِيْلِ فِي وَسْطِ قَاعِ الْعَلْبَةِ. وَاعْرِزْ فِيهَا النَكَاشَةَ قَائِمَةً.

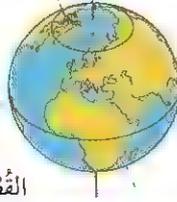
١ اسْتَخْدِمِ الْفُرْجَارَ لِتَرْسُمَ عَلَى الْبَلَاطَةِ قُرْصًا. فَصِّلْهُ مُتَأَنِّيًّا وَلَوْثَهُ.

تَتَحَوَّلُ الْإِبْرَةُ نَفْسَهَا إِلَى مَغْنَطِيْسٍ.

يَبْنَعِي أَنْ يَكُوْنَ الْقُرْصُ عَلَى قَدِّ دَاخِلِ الْعَلْبَةِ.



الْقُطْبُ الشَّمَالِيُّ الْمَغْنَطِيْسِيُّ لِلْأَرْضِ



الْقُطْبُ الشَّمَالِيُّ

عِنْدَمَا تَتَمَغْنَطُ الْإِبْرَةُ يَكْتَسِبُ أَحَدُ طَرَفَيْهَا قُوَّةً شَمَالِيًّا. الْقُطْبُ الشَّمَالِيُّ لِحَقْلِ الْأَرْضِ الْمَغْنَطِيْسِيِّ يَجْتَذِبُ الْقُطْبَ الشَّمَالِيَّ لِلْإِبْرَةِ.

٤ أَلْصِقِ الْإِبْرَةَ إِلَى الْقُرْصِ. وَرَكِّزْ الْقُرْصَ عَلَى النَكَاشَةِ. إِثْلًا الْعَلْبَةِ بِالْمَاءِ.



الْقُطْبُ الْجَنُوبِيُّ

٥ عِنْدَمَا يَصِلُ الْمَاءُ إِلَى الْقُرْصِ يَظْفُو وَيَدُوْرُ. أَحَدُ طَرَفِي الْإِبْرَةِ يُشِيرُ إِلَى الشَّمَالِ، كَمَا تُشِيرُ إِبْرَةُ الْبَوْصَلَةِ. عَلَّمَ ذَاكَ الطَّرْفَ.



مَعْرِفَةُ الْإِتِّجَاهَاتِ

إِبْرَةُ الْبَوْصَلَةِ مَغْنَطِيْسٌ خَفِيْفٌ مُتَوَازِنٌ عَلَى مِحْوَرِ اِزْتِكَازٍ. إِذَا نَقَلْتَ الْبَوْصَلَةَ أَوْ دَوَّرْتَهَا فَإِنَّ إِبْرَتَهَا تَرْتَدُّ لِتُشِيرَ إِلَى نُقْطَةِ الشَّمَالِ. إِذَا أَدْرَتَ الْبَوْصَلَةَ إِلَى أَنْ يُصْبِحَ الْحَرْفُ 'ش' / 'N' (أَيِ الشَّمَالِ) تَحْتَ الْإِبْرَةِ، فَإِنَّهَا تُرِيكُ الْإِتِّجَاهَاتِ كُلَّهَا صَحِيْحَةً.

# ٨٠ اِعْمَلْ مِغْنَطِيْسًا كَهْرَبَائِيًّا

يُمْكِنُكَ أَنْ تَعْمَلَ مِغْنَطِيْسًا قَوِيًّا كَهْرَبَائِيًّا. لَا يُشْبِهُ الْمِغْنَطِيْسُ الْكَهْرَبَائِيُّ الْمِغْنَطِيْسَ الْعَادِيَّ الَّذِي هُوَ دَائِمًا مُمَعْنَطٌ. الْمِغْنَطِيْسُ الْكَهْرَبَائِيُّ سَتَسْتَطِيعُ أَنْ تُشغَلَ قُوَّتُهُ أَوْ تُعْطَلَهَا.

مَا نَحْتَاجُ إِلَيْهِ:



مِثْرَانٌ مِنْ سِيْلِكٍ مُعْلَفٍ



مِفْكٌ بَرَاغِيٌّ طَوِيلٌ



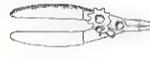
شَرِيْطٌ لَاصِقٌ



كَثِيْرٌ مِنْ مَشَابِكِ الْوَرَقِ



مِفْتَاحُ دَاوْرَةِ كَهْرَبَائِيَّةٍ بَطَّارِيَّةٍ (أَنْظُرِ الشَّجْرَةَ ٨٧) ٤,٥ قُلْطٌ



زُرْدِيَّةٌ مُعْرِِيَّةٌ



مِقْصٌ

٣ صِلِ السِّلْكَ، وَسِلْكًَا آخَرَ قَصِيْرًا، إِلَى الْبَطَّارِيَّةِ وَمِفْتَاحِ الدَّائِرَةِ، كَمَا تَرَى أَدْنَاهُ.



٢ لَفَّ مَعْظَمَ مَا تَبَقِيَ مِنَ السِّلْكِ حَوْلَ الْمِفْكِ. اَلصِّقِ اللَّفَّةَ الْآخِيْرَةَ.



١ اَلْقِصَّ قِطْعَةً طَوِيْلَةً مِنْ سِيْلِكٍ. عَرِّ طَرَفِي السِّلْكِ وَالصِّقْ جَانِبًا مِنْهُ إِلَى مَسَكَةِ الْمِفْكِ.



٤ الْمِفْكُ الْآنَ مِغْنَطِيْسٌ كَهْرَبَائِيٌّ. صِلِ الْمِفْتَاحَ فَيَلْتَقِطُ الْمِفْكُ بَعْضَ مَشَابِكِ الْوَرَقِ! اِقْطَعْ الْمِفْتَاحَ فَتَسْقُطِ الْمَشَابِكُ.

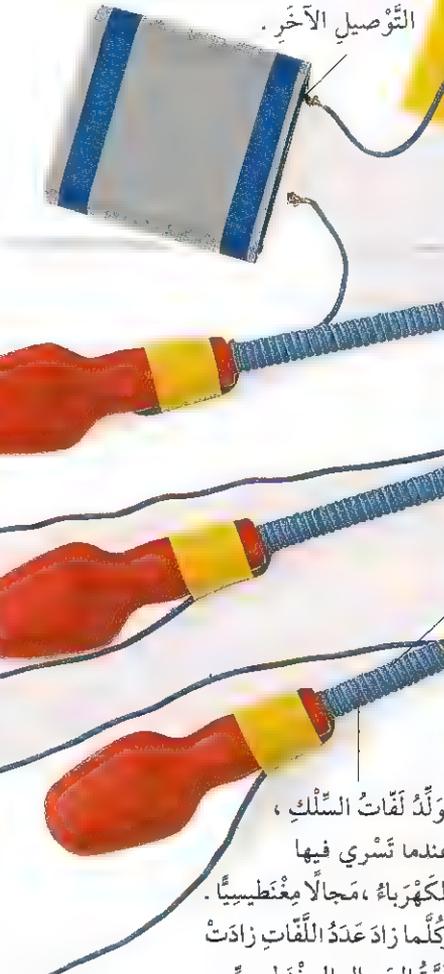


تَحْتَوِي مَشَابِكُ الْوَرَقِ عَلَى سِيْلِكٍ فَوْلاذِيٍّ يَنْجَذِبُ نَحْوَ الْمِغْنَطِيْسِ الْكَهْرَبَائِيِّ.

حَامِلُ الْمَعَادِنِ  
لهذا المرفاع مغنطيس كهربائي شديد القوة يرفع بها خردة الحديد والفولاذ. عندما يوصل مفتاح التيار تلتصق الخردة بالمغنطيس الكهربائي، ويقوم المرفاع بنقلها. وعندما ينقطع التيار تسقط الخردة.



أُرْبِطِ السِّلْكَ الْقَصِيْرَ بِطَرَفِ التَّوْصِيْلِ الْآخَرِ.



مِغْنَطِيْسٌ كَهْرَبَائِيٌّ بَسْتِيْنِ لَفَّةٍ

مِغْنَطِيْسٌ كَهْرَبَائِيٌّ بَارْبَعِيْنِ لَفَّةٍ

مِغْنَطِيْسٌ كَهْرَبَائِيٌّ بَعِشْرِيْنِ لَفَّةٍ

تَوَلَّدَ لَقَاتُ السِّلْكِ، عِنْدَمَا تُسْرَى فِيهَا الْكَهْرَبَاءُ، مَجَالًا مِغْنَطِيْسِيًّا. وَكُلَّمَا زَادَ عَدَدُ اللَّقَاتِ زَادَتْ قُوَّةُ الْمَجَالِ الْمِغْنَطِيْسِيِّ.

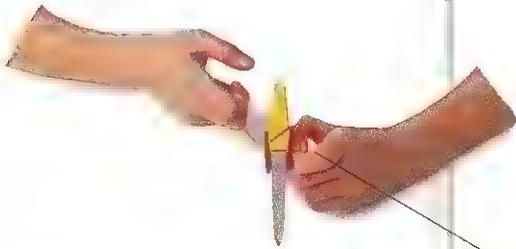
# ٨١ اصنع أزازًا

ما تحتاج إليه:



يستخدم الأزاز المغنطيسية لإصدار أزيز عالٍ. إن فيه مغنطيسًا كهربائيًا كذاك الذي رأيته في الصفحة ٩٣. يُشكّل زرُّ الأزاز مفتاح الدارة. فحين تصله يسري التيار في المغنطيس الكهربائي. يُولد المغنطيس الكهربائي حركات ترددية داخل الأزاز يصدر عنها الضجيج.

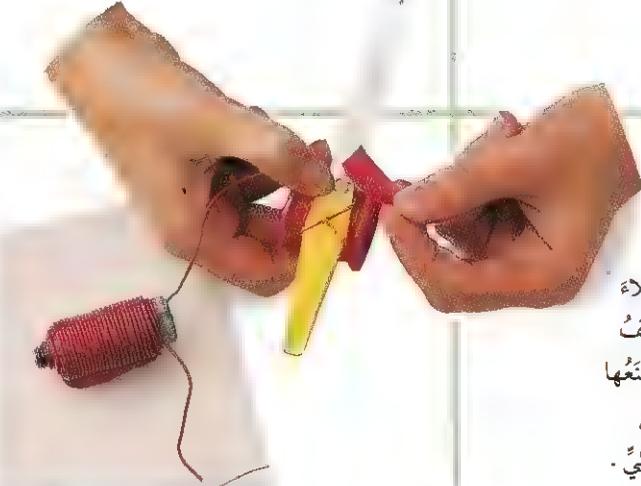
٢ استخدم الرباط المطاطي لتربط مسكة مبرد الأطافر ببكرة الخيوط رباطًا وثيقًا.



١ عرّ طرفي السلك. لفته حول البرغي لفاً مُحكماً ٢٠٠ مرة. ثبت البرغي إلى الكروتونة بواسطة معدن تشكيل.



٤ الصق أحد طرفي السلك إلى نصل المبرد. ثبت بكرة الخيوط إلى الكروتونة، كما هو مبين في الصورة الآتية.



إمسك البكرة وانقث نصل المبرد. يُفترض أن يهتز مرات.

٣ استخدم المقص لتكشط بعض الطلاء عند قاعدة علبة التنك. كرر ذلك في الجانب المقابل من العلبة.



عليك أن تُزيل طلاء العلبة، وإلا سيوقف الطلاء الكهرباء ويمنعها من الوصول إلى المغنطيس الكهربائي.

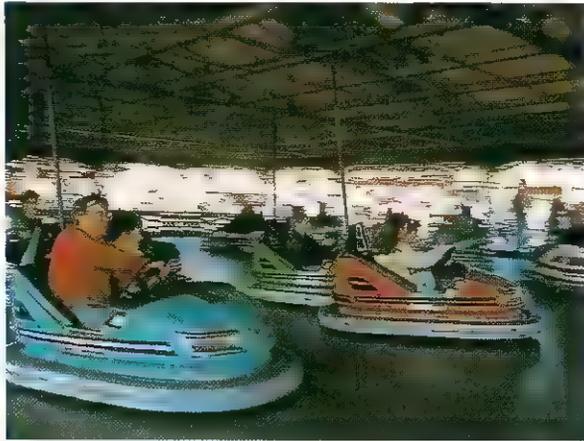


# الكهرباء



## طاقة مائية

الكهرباء التي نستخدمها في بيوتنا تُنتجها محطات طاقة. المحطة التي تراها في الصورة محطة لتوليد القدرة الكهربائية بالقوة المائية. إنها تستخدم طاقة الماء المتحرك التي تأتي عبر سد.



## ركبة كهربائية

تستخدم سيارات اللعب هذه التيار الكهربائي من الأسلاك الممدودة في السقف. تُشغل الكهرباء محرك السيارة الكهربائي الذي يدور العجلات.

## تجاذب كهربائي

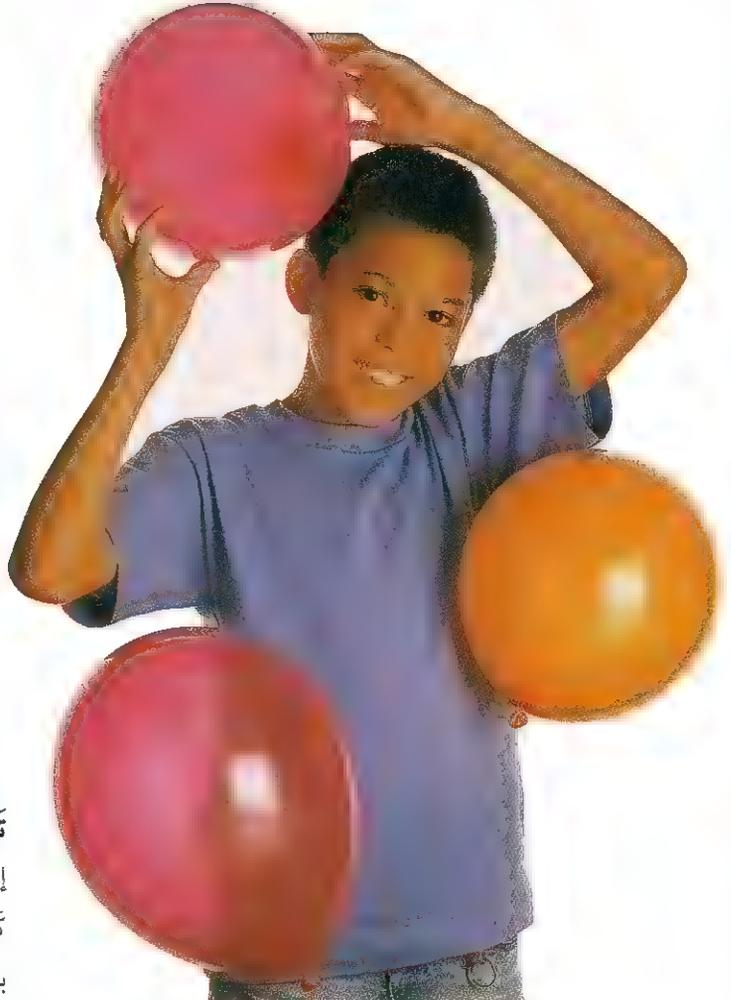
إذا دلكت بالوناً ببعض الثياب، اكتسب سطحه كهربائية إستاتيئة. ذلك يجعله يلتصق بأشياء - بجدرانٍ وسُقوفٍ، وحتى بك أنت!

الكهرباء تُشغل مكناتنا. إن لها قوة عظيمة - إنها تُسير، على سبيل المثال، أسرع القطارات في العالم. لكن الكهرباء تُشغل أيضاً مكنات صغيرة جداً، مثل المسجلات والحاسبات. معظم المكنات المنزلية كالتلفزيون والمكنسة الكهربائية، تعمل بـ «التيار الكهربائي». وهو نوع الكهرباء الذي تزودك به البطاريات وماخذ التيار في منزلك. ومن الكهرباء نوع آخر هو «الكهربائية الساكنة» (الإستاتيئة)، وهذه تستطيع توليدها بنفسك.



## ماخذ التيار

أنت تحصل مكناتك الكهربائية، كمحفقة الشعر هذه، بماخذ التيار. تنتقل الكهرباء عبر أسلاك من محطات توليد الطاقة إلى ماخذ التيار.



## ٨٢ أَحْدِثْ بَرْقًا

ما تَحْتَاجُ إِلَيْهِ:



صَحْنٌ مَعْدِنِيٌّ  
وَشَرِيطٌ لاصِقٌ



جِسْمٌ مَعْدِنِيٌّ



مِقْصٌ



رُقْعَةٌ پِلَاسْتِيكِيَّةٌ



مَعْجُونٌ تُشْكَيلُ

وَمِضَّةُ الْبَرْقِ شَرَارَةٌ عِمْلَاقَةٌ. تُحْدِثُ الْبَرْقَ  
سُحْبُ الْعَوَاصِفِ الَّتِي تَحْتَوِي عَلَى شِخْنَاتٍ  
هَائِلَةٍ مِنَ الْكَهْرَبَائِيَّةِ الْإِسْتَاتِيَّةِ. يُمَكِّنُكَ إِحْدَاثُ  
وَمِضَّةِ بَرْقٍ صَغِيرَةٍ بِتَوَلِيدِ كَهْرَبَائِيَّةٍ إِسْتَاتِيَّةٍ فِي  
صَحْنٍ. الْأَمْرُ سَهْلٌ، وَلَا خَطَرَ فِيهِ إِطْلَاقًا.

٣ قَرِّبِ الْجِسْمَ الْمَعْدِنِيَّ جِدًّا مِنْ  
الصَّحْنِ. تَحْدُثُ وَمِضَّةٌ  
«بَرْقٍ» صَغِيرَةٌ.  
أَوْضَحْ مَا تَطْهَرُ هَذِهِ  
الْوَمِضَةُ فِي الظَّلَامِ.



٢ أَلْصِقْ فِي الصَّحْنِ بَعْضَ الْمَعْجُونِ.  
تَمَسِّكْ بِالْمَعْجُونِ وَأَذَلِّكِ الصَّحْنَ بِرُقْعَةِ  
الپِلَاسْتِيكِ دَلِّكَا  
شَدِيدًا.



١ قَصِّ رُقْعَةً كَبِيرَةً مِنَ الْپِلَاسْتِيكِ.  
إِطْوِهَا إِلَى جُزْأَيْنِ، وَأَلْصِقْهَا إِلَى وَجْهِ  
طَاوِلَةٍ.



## ٨٣ إِلَوِ الْمَاءِ

ما تَحْتَاجُ إِلَيْهِ:



مِنْفَاحٌ بِالْوَنِ



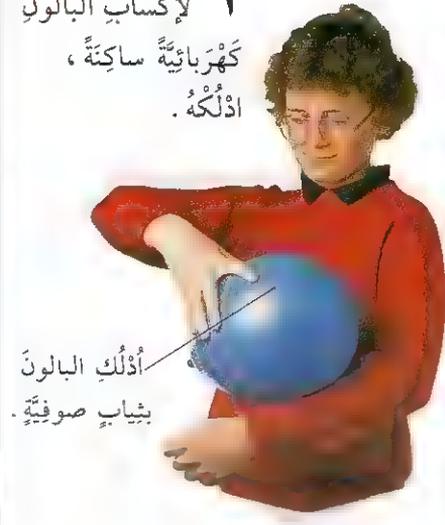
بَالُونٌ

عِنْدَمَا تَذَلِّكُ بَعْضَ الْأَجْسَامِ فَإِنَّهَا تَكْتَسِبُ كَهْرَبَائِيَّةً. هَذِهِ  
الْكَهْرَبَائِيَّةُ تَبْقَى فِي الْأَجْسَامِ لَذَا نُسَمِّيْهَا «سَاكِتَةً»  
(إِسْتَاتِيَّةً)، أَيْ أَنَّهَا تَبْقَى فِي الْمَوْضِعِ نَفْسِيَّةً. إِنَّ لِّلْكَهْرَبَائِيَّةِ  
السَّاكِتَةِ قُوَّةً مُذْهِلَةً عَلَى اجْتِنَابِ الْأَشْيَاءِ - حَتَّى الْمَاءِ  
الْجَارِي تَجْتَذِبُهُ!

٣ قَرِّبِ الْبَالُونَ مِنْ مَاءِ  
الْحَقِيقِيَّةِ (الصُّنْبُورِ). تَلْتَوِي  
الْمِيَاءُ الْجَارِيَّةُ  
صَوْبَ الْبَالُونِ.



٢ لِإِكْسَابِ الْبَالُونَ  
كَهْرَبَائِيَّةً سَاكِتَةً،  
أَذَلِّكِيهِ.



أَذَلِّكِ الْبَالُونَ  
بِشِيَابِ صَوْفِيَّةٍ.

١ أَنْفِخِ الْبَالُونَ. مَطِّ الْعُنُقِ وَأَعْقِدْهُ، فَلَ  
يَتَسَرَّبَ الْهَوَاءُ.



# ٨٤ القفز مع الكهرباء



ورق صلب

منفخ بالون

ما نحتاج إليه:



قلم



بالون



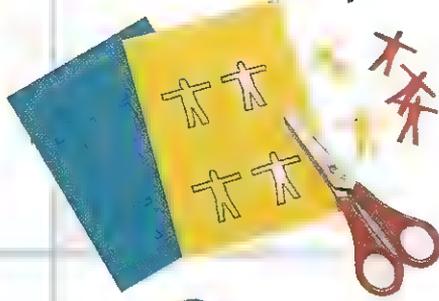
مقص

نَظِّطُ نَاسًا مِنْ وَرَقٍ . يُمَكِّنُكَ أَنْ تَفْعَلَ ذَلِكَ بِاسْتِخْدَامِ الْكَهْرَبَائِيَّةِ السَّاكِتَةِ الَّتِي تَحْصُلُ عَلَيْهَا مِنْ ذَلِكَ بِالْوَرَقِ . يَنْظِّطُ نَاسٌ الْوَرَقِ طُلُوعًا وَتُرُوعًا لِأَنَّ الْكَهْرَبَائِيَّةَ السَّاكِتَةَ يُمَكِّنُ أَنْ تَدْفَعَ أَجْسَامًا مِثْلَمَا تَجْتَذِبُ أَجْسَامًا .

٣ ضَعِ نَاسَ الْوَرَقِ عَلَى وَجْهِ طَاولَةٍ .

٢ فَصِّلْ هَذِهِ الْأَشْكَالَ بِتَأْنٍ . وَاعْمَلْ مِنْهَا الْعِدَدَ الَّذِي تَشَاءُ .

١ ارْزُمِ عَلَى وَرَقِ أَشْكَالَ نَاسٍ صِغَارٍ .



٥ اذْلِكِ الْبَالُونَ بِثِيَابٍ صُوفِيَّةٍ .

٤ انْفُخِ الْبَالُونَ كَثِيرًا . وَاعْقِدْ عُنُقَهُ فَلَا يَتَسَرَّبَ الْهَوَاءُ .



٦ اِرْفَعِ الْبَالُونَ عَلَى عُلُوِّ

١٠ سَمِ مِنْ نَاسِ الْوَرَقِ ، فَيَقْفِزُ النَّاسُ طُلُوعًا وَتُرُوعًا !

فِي الْبِدَايَةِ ، تَجْدِبُ الْكَهْرَبَاءُ فِي الْبَالُونَ نَاسَ الْوَرَقِ .

بَعْدَ أَنْ يَلْتَصِقَ نَاسُ الْوَرَقِ بِالْبَالُونَ ، تَعُودُ الْكَهْرَبَائِيَّةُ السَّاكِتَةُ فَتَدْفَعُهُمْ .

يَقْفِزُ نَاسُ الْوَرَقِ طُلُوعًا وَتُرُوعًا مَرَّةً بَعْدَ مَرَّةٍ إِذْ تَجْدِبُهُمُ الْكَهْرَبَائِيَّةُ وَتَدْفَعُهُمْ .

## مَجَالَاتُ كَهْرَبَائِيَّةٍ

مَرَّرَ مِشْطًا فِي شَعْرِكَ مَرَاتٍ ، ثُمَّ انظُرْ كَيْفَ يَلْتَقِطُ نَتْمًا مِنْ وَرَقٍ . فَإِنَّ الْجِسْمَ إِذْ يَكْتَسِبُ كَهْرَبَائِيَّةً سَاكِتَةً يَتَشَكَّلُ حَوْلَهُ مَجَالٌ كَهْرَبَائِيٌّ غَيْرُ مَرِيٍّ . يَطَالُ مَجَالُ الْمِشْطِ الْكَهْرَبَائِيُّ نَتْفَ الْوَرَقِ فَيَجْتَذِبُهَا وَتَعَلَّقُ بِهِ . يُمَكِّنُ ، لِلسَّبَبِ نَفْسِهِ ، أَنْ يُوقِفَ الْمِشْطَ شَعْرَ رَأْسِكَ .



# ١٥ لَوْحٌ بَعْصًا عَجِيبَةٌ

ما نَحْتَاجُ إِلَيْهِ:



مُنْدِيلٌ نَظِيفٌ  
جَافٌ



أَسْطُوَانَةٌ مُسَجَّلَةٌ



كُرَاتٌ فِضِّيَّةٌ لَزِينَةٌ  
الكَعْكَ



طَاسٌ زُجَاجِيٌّ  
أَوْ پِلَاسْتِيكِيٌّ

إِسْتِخْدَامِ الطَّاقَةِ الكَهْرَبَائِيَّةِ لِتَجْعَلَ مِنْ نَفْسِكَ  
لَاعِبَ خِفَّةٍ . فَبِحَرَكَتِكَ مِنْ عَصَاكَ يُمَكِّنُكَ أَنْ تَجْعَلَ  
كُرَاتٍ فِضِّيَّةً صَغِيرَةً تَرُقُصُ فَوْقَ أَسْطُوَانَةٍ مُسَجَّلَةٍ  
(دِسْكَ) فِي الحَقِيقَةِ ، إِنَّ الكَهْرَبَائِيَّةَ السَّاكِنَةَ ، لَا  
الخِفَّةَ ، هِيَ الَّتِي تُرُقُصُ تِلْكَ الكُرَاتِ .

٢ ضَعِ الأَسْطُوَانَةَ  
فَوْرًا فَوْقَ قِمَّةِ الطَّاسِ .  
لِتَكُنَ الكُرَاتُ الفِضِّيَّةُ  
جَاهِزَةً .



إِسْتِخْدَامِ أَسْطُوَانَةٍ  
قَدِيمَةٍ يُمَكِّنُ  
الِاسْتِغْنَاءَ عَنْهَا .

١ أَدُلْكَ الأَسْطُوَانَةَ  
بِالمُنْدِيلِ دَلْكَا نَشِطًا ،  
فَتَكْتَسِبُ كَهْرَبَائِيَّةً  
سَّاكِنَةً .



٣ رُشِّ عَلَى الأَسْطُوَانَةَ بِضَعِّ  
كُرَاتِ فِضِّيَّةٍ ، فَتَرَاهَا تَتَدَحْرَجُ ثُمَّ  
تَتَوَقَّفُ فَجَاءَةً .



إِنَّ لِبَعْضِ أَجْزَاءِ  
الأَسْطُوَانَةِ كَمِيَّةً  
أَكْبَرَ مِنَ  
الكَهْرَبَائِيَّةِ  
السَّاكِنَةِ فَتَجْتَذِبُ  
الكُرَاتِ .

أَمِنْ مِنْ بَرْقِ  
إِنَّ لِلْمَبْنَى العَالِي عَادَةً مَانِعَةً صَوَاعِقِ .  
وهي قَضِيبٌ مَرُوسٌ يَمْتَدُّ مِنْ أَعْلَى  
المَبْنَى إِلَى الأَرْضِ . تُضَعَّفُ مَانِعَةُ  
الصَّوَاعِقِ الكَهْرَبَائِيَّةِ السَّاكِنَةَ فِي  
السُّحْبِ ، وَذَلِكَ يُخَفِّفُ مِنْ خَطَرِ  
البَرْقِ . وَإِذَا مَا ضَرَبَ البَرْقُ المَبْنَى فَإِنَّ  
مَانِعَةَ الصَّوَاعِقِ تَتَلَقَّاهُ وَتُسَرِّبُهُ إِلَى  
الأَرْضِ دُونَ أَنْ يَتَسَبَّبَ بِأَدَى .



تَتَدَحْرَجُ الكُرَاتُ  
إِلَى أَجْزَاءِ أُخْرَى  
مِنَ الأَسْطُوَانَةِ  
تَحْوِي كَمِيَّةً أَكْبَرَ  
مِنَ الكَهْرَبَائِيَّةِ  
السَّاكِنَةِ .

تُضَعَّفُ الكَهْرَبَاءُ  
حَيْثُ يُوَجَّهُ  
رَأْسُ القَلَمِ .

٤ قَرِّبِ القَلَمَ مِنَ الأَسْطُوَانَةِ . مَا إِنَّ  
يَقْتَرِبُ رَأْسُ القَلَمِ مِنْ كُلِّ كُرَّةٍ حَتَّى  
تَرَاهَا تَبْطِئُ مُبْتَعِدَةً وَتَدُورُ رَاقِصَةً .



مَانِعَةُ  
الصَّوَاعِقِ

# ٨٦ اصْنَعْ كَاشِفَ شِخْنَاتِ كَهْرَبَائِيَّةٍ

ما تَحْتَاجُ إِلَيْهِ:



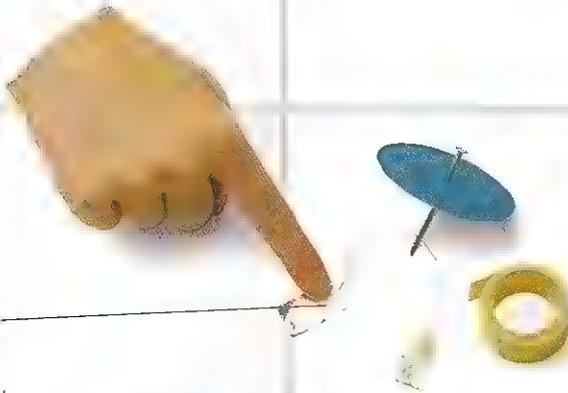
إِنَّ ذَلِكَ جِسْمٍ، كَالْمِشْطِ  
الپِلَاسْتِيكِيِّ أَوْ الْبَالُونِ، يَشْحَنُهُ  
بشِخْنَةٍ كَهْرَبَائِيَّةٍ. تَبَيَّنْ كَيْفَ تُكْشِفُ  
عَنْ شِخْنَةٍ كَهْرَبَائِيَّةٍ - ثُمَّ انْظُرْ كَيْفَ  
تَتَحَرَّكُ.

١ اسْأَلْ رَاشِدًا أَنْ يَغْرِزَ الْمِشْمَارَ فِي  
مَرَكِّزِ قُرْصِ الْوَرَقِ الْمُقْوَى إِلَى ثَلَاثِيهِ.

٢ اِعْقِدْ وَسَطَ وَقْعَةٍ مِنَ الْخَيْطِ بِشِدَّةٍ  
قُرْبَ الطَّرْفِ الْمُدْبَبِ مِنَ الْمِشْمَارِ.



٣ قُصِّ شَقَّتَيْنِ مِنَ الْوَرَقِ الْأَلْمُنْيُومِ  
وَأَلصِقْهُمَا إِلَى طَرَفَيْ الْخَيْطِ.



اِسْتِخْدِمِ وَقْعًا  
صَغِيرَةً جِدًّا مِنَ  
الشَّرِيْطِ اللَّاصِقِ.

٤ ضَعِ قُرْصَ الْوَرَقِ الْمُقْوَى عَلَى  
فُتْحَةِ الْمَرْتَبَانِ بِحَيْثُ تَكُونُ شَقَّتَا وَرَقِ  
الْأَلْمُنْيُومِ مُعْلَقَتَيْنِ فِي دَاخِلِهِ. اَلصِقِ  
الْقُرْصَ.



٥ مَرِّرِ الْمِشْطَ  
فِي شَعْرِكَ مَرَّاتٍ  
وَبسُرْعَةٍ.

تَأكَّدْ أَنَّ شَعْرَكَ  
جَافٌ.



هَذَا هُوَ كَاشِفُ  
الشِّخْنَاتِ.

الشحنة تخرج من  
الشفتين إلى  
يدك.



تتقبل الشحنة  
نزولاً مع المسمار  
فإلى الشفتين.

الشحنتان على  
الشفتين تتنافران.

٦ مرر المشط على  
أعلى المسمار، فتتباعد  
شقتا ورق الألمنيوم.  
هذا يري أن للمشط  
شحنة كهربائية وقد  
انتقلت إلى الشفتين.

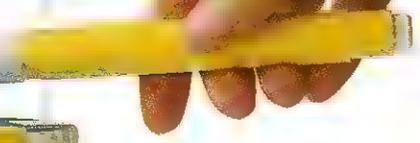
٧ إلمس أعلى المسمار، فتتداعي  
الشحنتان وتتدليان متقاربتين.

### موقف الشعر

عندما تخلع كثرة صوفية (بلوفر) من  
حول رأسك قد ترى شرراً. يتسبب  
بذلك شحنات كهربائية ساكنة تفرز بين  
الكثرة ورأسك.



الشحنة الكهربائية  
لا تستطيع أن  
تسرب خارجة من  
القلم البلاستيكي،  
فتحتفظ الشحنتان  
بشحنتهما.



٨ إشحن الكاشف ثانية.  
الآن مس المسمار بقلم  
بلاستيكي، فلا تتداعي  
شقتا الألمنيوم.

# ٨٧ ابن دارة كهربائية

ما تحتاج إليه:



التيّار الكهربائي سار. إذا وصلت بطارية وصلًا صحيحًا، فإنّ التيّار يأتي من أحد طرفي التّوصيل فيها، ويسري في مسار نسميه «دارة» عائدًا إلى طرف التّوصيل الآخر.

٣ اجعل أحد السلكين يمس قاعدة اللّمبة، والآخر يمس جانبها. هذا يشكّل دارة فتضيء اللّمبة.

٢ صل طرفًا واحدًا من كلّ سلك بكُلّ من طرفي التّوصيل في البطارية وصلًا وثيقًا. تأكّد أنّ الجزء العاري من السلك يمس طرف التّوصيل.

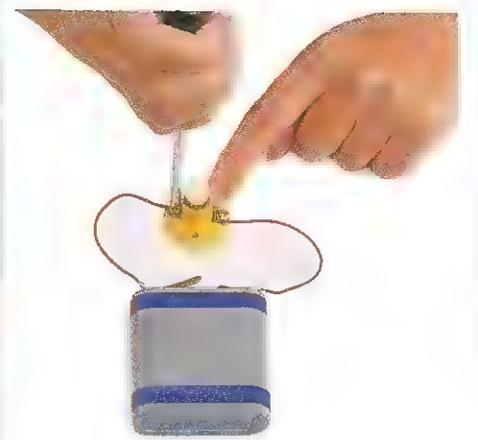
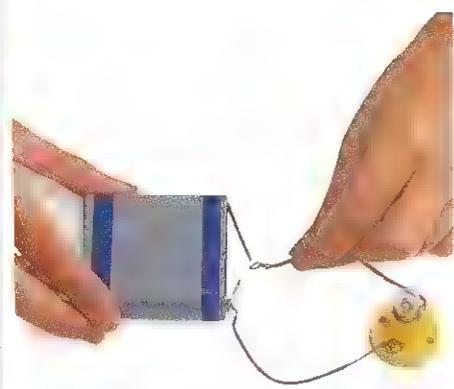
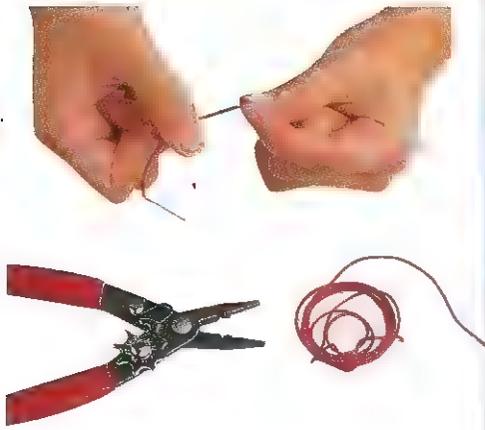
١ قصّ سلكين. وعرّ الأطراف بتأنّ ثمّ اجدلّ الجزء العاري من كلّ طرف.



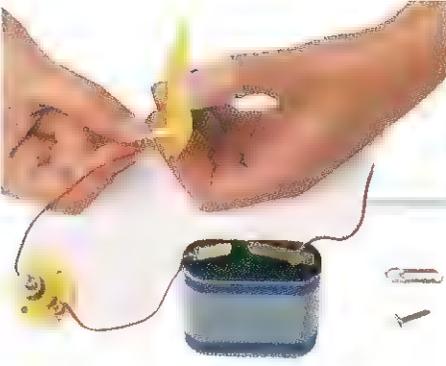
٦ قصّ سلكًا ثالثًا. عرّ الطرفين واجدلّهما، كما فعلت في الخطوة ١.

٥ اقطع الدارة بنزع أحد السلكين عن البطارية، فتتطفئ اللّمبة لأنّ الكهرباء لا تستطيع أن تتجاوز الفجوة.

٤ ركب اللّمبة في حاملها. ثبتّ السلكين إلى حامل اللّمبة، كما ترى في الصّورة، فتضيء اللّمبة ثانية.



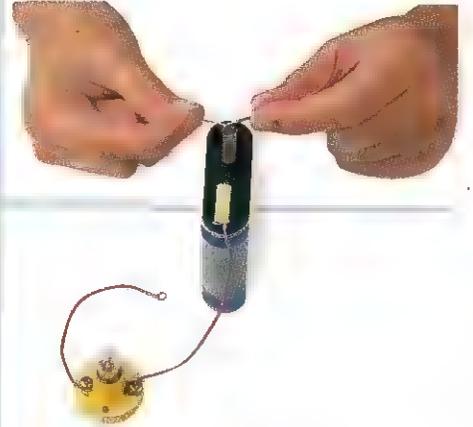
٩ لُفَّ طَرَفَ السِّلْكِ الْآتِي مِنَ حَامِلِ  
اللِّمْبَةِ حَوْلَ لَاقِطِ وَرَقِي. إِعْرِزِ الْلَاقِطَ فِي  
الْوَرَقِ الْمُقَوَّى.



٨ فَصِّلْ قِطْعَةً وَرَقٍ مُقَوَّى قِيَاسُهَا  
٣ سَم × ٥ سَم. هَذِهِ قَاعِدَةٌ مِفْتَاحِ  
الدَّارَةِ.



٧ ثَبَّتْ أَحَدَ طَرَفَيْ السِّلْكِ الثَّلَاثِ إِلَى  
طَرَفِ تَوْصِيلِ الْبَطَّارِيَّةِ الَّذِي لَمْ يُعَدَّ  
مَوْصُولًا.



١٠ كَرِّرِ الْحُطْوَةَ ٩ مَعَ السِّلْكِ الْآتِي  
مِنَ الْبَطَّارِيَّةِ. هَذِهِ الْمَرَّةَ، ضَعْ مِشْبَكَ  
وَرَقِي حَوْلَ لَاقِطِ الْوَرَقِ.



يَسْرِي التِّيَّارُ الْكَهْرِبَائِيُّ فِي السِّلْكَيْنِ الْمُثَبَّتَيْنِ إِلَى  
طَرَفَيْ تَوْصِيلِ الْبَطَّارِيَّةِ دُخُولًا مِنْهَا وَخُرُوجًا.

### دَارَاتٍ مَطْبُوعَةٍ

إِنَّ فِي مَكِّنَاتِ أَجْهَرَةِ التِّلْفِزِيُونِ  
وَالْكُمْبِيُوتَرِ وَأَشْبَاهِهَا الْعَدِيدِ مِنَ الْأَجْزَاءِ  
الْكَهْرِبَائِيَّةِ. وَبَدَلًا مِنْ أَنْ يَسْرِي التِّيَّارُ  
الْكَهْرِبَائِيُّ عَبْرَ أَسْلَاكِ، فَإِنَّهُ يَسْرِي عَبْرَ  
خُطُوطِ مَطْبُوعَةٍ (مُرْسَبَةٍ) عَلَى أَلْوَاحِ  
عَازِلَةٍ دَاخِلِ الْمَكِينَةِ، وَمِنْهَا يَنْتَقِلُ إِلَى  
أَجْزَاءِ الْمَكِينَةِ الْمُرَكَّبَةِ عَلَى تِلْكَ الْأَلْوَاحِ.



إِنَّ إِقْفَالَ الْمِفْتَاحِ يُكْمِلُ  
الدَّارَةَ. تَسْرِي الْكَهْرِبَاءُ مِنْ  
أَحَدِ طَرَفَيْ التَّوْصِيلِ فِي  
الْبَطَّارِيَّةِ عَبْرَ الْأَسْلَاكِ إِلَى  
الْمِفْتَاحِ وَاللِّمْبَةِ، عَائِدَةً إِلَى  
الْبَطَّارِيَّةِ عَبْرَ طَرَفِ  
التَّوْصِيلِ الثَّانِي فِيهَا.

١١ أَقْفَلِ الْمِفْتَاحَ بِحَجَلِ مِشْبَكِ الْوَرَقِ  
يَمَسُّ لَاقِطَ الْوَرَقِ الْأَوَّلِ، فَتُضَيِّءُ اللَّمْبَةُ.

# ٨٨ فحْصُ الكَهْرَبَاءِ

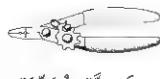
لا تَسْرِي الكَهْرَبَاءِ فِي المَوَادِّ كُلِّهَا .  
الْأَسْلَاكُ الَّتِي تَتَقَلُّ الكَهْرَبَاءِ تُعَلَّفُ  
بِالْبِلَاسْتِيكِ عَادَةً لِتَمْنَعِ انْتِفَالِ الكَهْرَبَاءِ  
مِنَ السَّلْكِ إِلَى مَوَادِّ أُخْرَى تَمْسُهُ . إِعْمَلْ  
خُنْفُسَةً تُعْرِفُ بِوَاسِطَتِهَا المَوَادِّ المَوْصَلَةَ  
لِلْكَهْرَبَاءِ .

مَا نَحْتَاجُ إِلَيْهِ :

شَرِيْطَ لَاصِقِ



سِيْلِكُ مُعَلَّفٌ



زَّرِيْبَةٌ مُعْرِيبَةٌ



لَمْبَةٌ ٣,٥ فُلْطْ



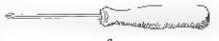
بَطَارِيَّتَانِ

١,٥ فُلْطْ

أَوْرَاقُ مَلْوَوَةٌ  
مُقَوَّاةٌ وَعَادِيَةٌ

وَدَقُّ الأَلْمُنِيُومِ

ثَلَاثَةُ أَسْلَاكِ لِتَنْطِيفِ العُلْيُونِ



مِفْكَ بَرَاغِي



غِرَاءٌ



حَامِلُ لَمْبَةٍ



مِقْصٌ

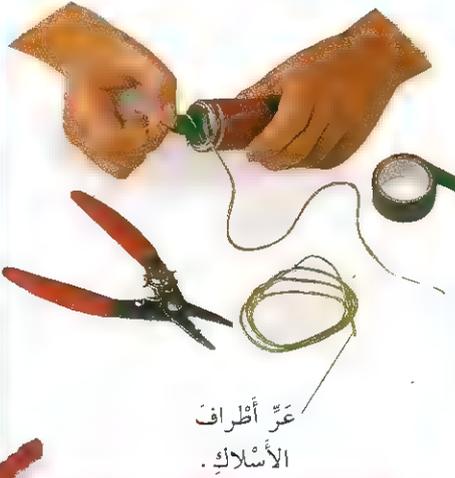


حَزَزٌ

٣ صِيْلُ سِيْلِكِ ال ١٢ سَمِ وَسِيْلِكِ  
ال ٨ سَمِ بِالحَامِلِ . أَلْصِقْ سِيْلِكِ  
ال ٨ سَمِ إِلَى البَطَارِيَّةِ الأُخْرَى .



٢ قُصِّ ثَلَاثَةَ أَسْلَاكِ بِطَوْلِ ١٢, ٢٥, ٢٥  
و ٨ سَمِ . أَلْصِقْ سِيْلِكِ ال ٢٥ سَمِ إِلَى  
إِحْدَى البَطَارِيَّتَيْنِ .



١ أَلْصِقْ أَعْلَى بَطَارِيَّةٍ إِلَى أَسْفَلِ  
أُخْرَى بِإِحْكَامٍ , وَاضْعًا مُرْبَعًا مِنْ وَرَقِ  
الأَلْمُنِيُومِ بَيْنَهُمَا .



٤ أَلْصِقْ حَامِلَ اللَمْبَةِ إِلَى البَطَارِيَّتَيْنِ .  
لُفِّ حَوْلَ البَطَارِيَّتَيْنِ وَالأَسْلَاكِ وَرَقًا  
لِتَعْمَلَ خُنْفُسَةً .



عَيْنَانِ كَبِيرَتَانِ مِنْ  
وَرَقِ مُقَوَّى بِيضَاوِيٍّ  
وَخَزَزٍ

سِيْلِكِ ال ٢٥ سَمِ  
مَوْصُولٌ بِأَسْفَلِ  
البَطَارِيَّتَيْنِ

قَوَائِمٌ مِنْ  
أَسْلَاكِ تَنْطِيفِ  
العُلْيُونِ



لُفِّ كُرَّةً مِنْ وَرَقِ الأَلْمُنِيُومِ  
بِإِحْكَامٍ حَوْلَ ظَرْفِ كُلِّ مِنْ  
السُّلْكَيْنِ .

٥ لَامِسْ كُرَّتِي وَرَقِ الأَلْمُنِيُومِ فِي  
قَرْنِي اسْتِشْعَارِ الخُنْفُسَةِ بِمَوَادِّ مُخْتَلِفَةٍ .  
تُضِيءُ اللَمْبَةُ إِذَا كَانَتِ المَادَّةُ الَّتِي  
تَلْمِسُهَا الكُرَّتَانِ مَوْصَلَةً لِلْكَهْرَبَاءِ .

سِيْلِكِ ال ١٢ سَمِ مَوْصُولٌ بِحَامِلِ اللَمْبَةِ  
وَرَقِ الأَلْمُنِيُومِ يُوَصِّلُ الكَهْرَبَاءِ . إِنَّهُ  
يُكَمِّلُ الدَّارَةَ فَنُضِيءُ اللَمْبَةَ .

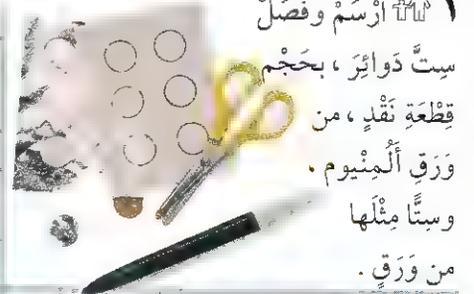
# ١٩ اصْنَعِ بَطَّارِيَّةً

ما نَحْتَاجُ إِلَيْهِ:



تَحْتَوِي البَطَّارِيَّةُ عَلَى مَوَادِّ كِيمَاوِيَّةٍ سَتَسْتَخْدِمُهَا فِي إِنتَاجِ الكَهْرَبَاءِ. يَإْمَكَانِكَ أَنْ تَصْنَعَ بَطَّارِيَّتَكَ بِنَفْسِكَ مُسْتَحْدِمًا المَلْحَ وَوَرَقَ الأَلْمُنِيُومِ وَقِطْعَ نَقُودٍ مَعْدِنِيَّةٍ. فَهَذِهِ تَحْتَوِي عَلَى المَوَادِّ الكِيمَاوِيَّةِ اللَّازِمَةِ لِإِنْتِاجِ الكَهْرَبَاءِ.

١ ارْشُمِ وَفَصِّلِ



سِتُّ دَوَائِرَ، بِحَجْمِ قِطْعَةِ نَقْدٍ، مِنْ وَرَقِ الأَلْمُنِيُومِ وَسِتًّا مِثْلَهَا مِنْ وَرَقِ.

٣ اِغْمِسْ دَائِرَةَ وَرَقِ فِي المَاءِ الدَّافِئِ المَالِحِ.



٢ أَلصِقْ أَحَدَ السَّلْكَيْنِ إِلَى قِطْعَةِ نَقْدٍ، وَأَلصِقِ السَّلْكَ الأَخَرَ إِلَى دَائِرَةِ وَرَقِ الأَلْمُنِيُومِ.



٤ ضَعِ دَائِرَةَ وَرَقِ الأَلْمُنِيُومِ ذَاتِ السَّلْكِ فِي الصَّخْنِ. رَكِّزْ فَوْقَهَا الوَرَقَةَ المِثْلَةَ وَقِطْعَةَ نَقْدٍ.



٥ اِبْنِ طَبَقَاتٍ أُخْرَى مِنْ وَرَقِ الأَلْمُنِيُومِ، وَوَرَقِ مُبَلَّلٍ، وَقِطْعَةِ نَقْدِيَّةٍ. وَلتَكُنْ فِي أَعْلَى الطَّبَقَاتِ قِطْعَةُ النَقْدِ ذَاتِ السَّلْكِ. هَذِهِ هِيَ بَطَّارِيَّتُكَ.

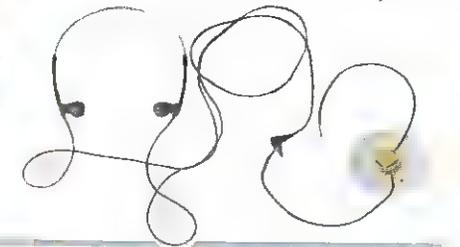


فِي دَاخِلِ بَطَّارِيَّةٍ

هَذِهِ هِيَ المَوَادُّ الَّتِي تَكُونُ فِي دَاخِلِ بَطَّارِيَّةٍ طَوِيلَةِ الخِدْمَةِ. تَأْتِي الكَهْرَبَاءُ مِنْ طَرَفِي التَّوْصِيلِ فِي أَعْلَى البَطَّارِيَّةِ وَأَسْفَلِهَا.



٦ ثَبِّتْ طَرَفَ أَحَدِ السَّلْكَيْنِ إِلَى قَاعِدَةِ إِصْبَعِ تَوْصِيلِ السَّمَاعَةِ.



٧ ضَعِ السَّمَاعَةَ عَلَى أُذُنِكَ. حَرِّكْ طَرَفَ السَّلْكِ الأَخَرَ عَلَى رَأْسِ إِصْبَعِ التَّوْصِيلِ، فَتَسْمَعُ أَصْوَاتَ طَلْقَطَقَةٍ!

تَسْرِي الكَهْرَبَاءُ إِلَى السَّمَاعَةِ مُحَدِّثَةً الأَصْوَاتَ.



إِنَّ الأَلْمُنِيُومَ وَالمَلْحَ وَالنُّحَاسَ إِذَا اجْتَمَعَتْ أَغْلَطَتْ كَهْرَبَاءً.



٦ إعمل هياكل سِتَّة طيور لِتَرْتَكِزَ على الدُّوَارَةِ. اِسْتخدِمْ أَسلاكَ تَنْظِيفِ العُلُويِّونَ لِتَشْكِيلِ رَأْسِ كُلِّ طَيْرٍ وَجِسْمِهِ وَجَنَاحَيْهِ.



٩ مُطِّ الرِّبَاطِ المَطَّاطِي الصَّغِيرِ، بِحَيْثُ يَلْتَفُّ حَوْلَ قِطْعَةِ عودِ القُظْنِ المُرْكَزَةِ في مِحْوَرِ المَحْرَكِ الكَهْرَبَائِيِّ.



٥ مُطِّ الرِّبَاطِ المَطَّاطِي الكَبِيرِ حَوْلَ الصُّنْدُوقِ. وَضِعِ الرِّبَاطِ المَطَّاطِي الصَّغِيرَ حَوْلَ البَكْرَةِ السُّفْلَى مِنَ الصَّنَاةِ.



٨ رَكِّزِ الطُّيُورَ السِّتَّةَ على البَكْرَتَيْنِ العُلُويَّيْنِ مُسْتخدِمًا شَرِيطًا لاصِقًا وَأَسلاكَ تَنْظِيفِ العُلُويِّونَ. أَدْخِلْ صِنَاةَ الحَبِّكِ في البَكْرَةِ المُثَبَّتَةِ في قَاعِ الصُّنْدُوقِ.



٤ عَرِّ البَكْرَةَ إلى قَاعِ الصُّنْدُوقِ. نَبِّتِ البَكْرَاتِ الثَّلَاثَ الأُخْرَى إلى الصَّنَاةِ مُسْتخدِمًا مَعْجُونَ التَّشْكِيلِ، كما هو مُبَيَّنٌ.



٧ اِنْسَخِ نَمُودَجَ كُلِّ مِنَ السُّرِّ والسُّنُونِوِ على لَبَّادٍ. فَصِّلْ أَشْكَالَ سِتَّةِ طُيُورٍ وَأَلْصِقْهَا إلى هَيَاكِلِ أَسلاكِ تَنْظِيفِ العُلُويِّونَ.



نَسْرُ أَصْفَرٌ وَزَهْرِيٌّ وَأَزْرَقٌ

سُنُونُو (حُطَّاف) أَزْرَقٌ

١٠ أَدِرِ المِفْتَاحَ فَتَدْوِمُ الطُّيُورُ! تُدِيرُ كَهْرَبَاءُ البَطَّارِيَّةِ مِحْوَرَ المَحْرَكِ، وَهَذَا يُدِيرُ الرِّبَاطِ المَطَّاطِي الَّذِي يُدِيرُ بِدَوْرِهِ صِنَاةَ البَكْرَاتِ.

عَدِّنْ مِنَ وَضْعِ الرِّبَاطِ المَطَّاطِي الكَبِيرِ بِحَيْثُ يُبْقِي صِنَاةَ الحَبِّكِ في وَضْعِ عَمُودِيٍّ.

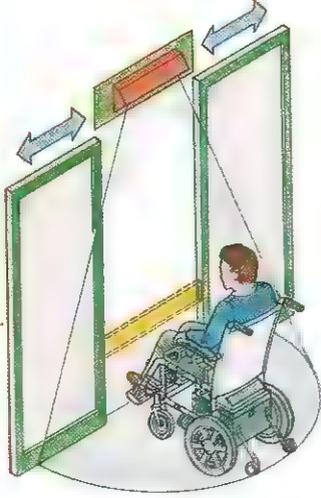
نَسْرُ زَهْرِيٌّ وَأَزْرَقٌ

دِعَامَةٌ مِنَ سَيْلِكَ تَنْظِيفِ

يَنْبَغِي أَنْ يَكُونَ الرِّبَاطِ المَطَّاطِي الصَّغِيرُ مُسْدُودًا فَلَا يَنْزَلِقَ على المِحْوَرِ وَالبَكْرَةِ.



# الْحَرَكَةُ وَالْمَكِينَاتُ



العالمُ من حَوْلنا في حَرَكَةٍ دائِمْةٍ . يَمْشِي  
النَّاسُ وَيَرْكُضُونَ وَيَسْبَحُونَ وَيَطِيرُونَ ، وكذلك  
الْحَيَوَانَاتُ . تَهْبُّ الرِّيحُ وَتَجْرِي الأَنْهَارُ . المَكِينَاتُ  
شَعَالَةٌ أَيْضًا تَقُومُ لِلنَّاسِ بِمُهْمَاتٍ . المَكِينَةُ ،  
مِثْلُهَا مِثْلُ كُلِّ مَا يَتَحَرَّكُ ، تَعْمَلُ بِقُوَّةٍ تَدْفَعُهَا  
أَوْ تَجْرُهَا . وقد يَكُونُ مَصْدَرُ القُوَّةِ مُحَرَّكٌ  
أَوْ مُجَرَّدُ عَضَلَاتٍ بَشَرِيَّةٍ .



## حِسَابٌ سَرِيعٌ

الحاسِبَةُ مَكِينَةٌ تَقُومُ عِنْدَكَ  
بِعَمَلِيَّاتِكَ الحِسَابِيَّةِ . إِنَّهَا تَفْعَلُ  
ذَلِكَ بِسُرْعَةِ البَرْقِ .



## تَشْغِيلُ مِثَالِي

الرَّبِيطُ (الإنسان الآلي) مَكِينَةٌ  
بالِغَةُ التَّطَوُّرِ . تَتَلَقَّى تَعْلِيمَاتٍ  
لِلْقِيَامِ بِمُهْمَاتٍ مُعَقَّدَةٍ ، فَتَقُومُ  
بِهَا عَلَى أَكْمَلِ وَجْهِ .

بَابٌ يَنْفَتِحُ  
الأبوابُ الأوتوماتيكيةُ تَنْفَتِحُ تَلْقَائِيًا .  
إنَّهَا تُرْسِلُ أَشِعَّةً غَيْرَ مَرِيئَةٍ . وهذه  
تُرْصِدُ أَيَّ حَرَكَةٍ ، فإذا اقْتَرَبَ أَحَدٌ ،  
انْفَتَحَ البَابُ أَمَامَهُ .



## دَفْعٌ مُتَبَادِلٌ

هَاتَانِ الفَتَاتَانِ تُمارِسُ  
الواحدةُ مِنْهُمَا عَلَى  
الأخرى قُوَّتَهَا . إنَّهُمَا  
تَتَدافَعَانِ ، وذلك  
يَجْعَلُهُمَا يَكْتَسِبُهُمَا  
تَتَرَجَعَانِ .



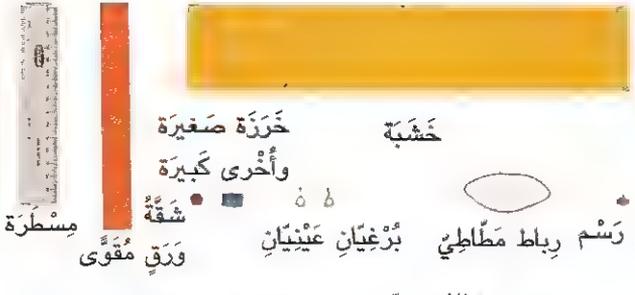
## مَكِينَةٌ قَرِيبَةٌ المِثْنَاوَلِ

إنَّ فَتَاخَةَ السُّدَادَاتِ  
مَكِينَةٌ . إِنَّهَا تُسَاعِدُ عَلَى  
سَحْبِ فِلَيْتَةِ القَارورَةِ -  
وهو شَيْءٌ يَصْعُبُ القِيَامُ  
بِهِ بِيَدَيْكَ المُجَرَّدَتَيْنِ .



# ٩٢ اصْنَع مِقْيَاسَ قُوَّة

ما نَحْتَاجُ إِلَيْهِ:



٣ عَلمٌ على شَقَّةِ الورقِ المُقَوَّى مِقْيَاسًا مُدَرِّجًا، وَثَبَّتْهَا إِلَى الخَشْبَةِ بِحَيْثُ تَكُونُ الخَرَزَةُ عَلَى الصِّفْرِ.



٢ ثَبَّتِ البُرْعِيَيْنِ العَيْنِيَيْنِ فِي الخَشْبَةِ. أَدْخَلَ الخَيْطَ فِي عُنْيِي البُرْعِيَيْنِ وَفِي الخَرَزَتَيْنِ. غَرَّ الخَرَزَةَ الصَّغِيرَةَ إِلَى الخَيْطِ.



إِذَا شِئْتَ أَنْ تُحَرِّكَ جِسْمًا، فَعَلَيْكَ إِمَّا أَنْ تَدْفَعَهُ أَوْ تُجَرَّهُ. أَنْتَ مُحْتَاجٌ إِلَى قُوَّةٍ. وَكُلَّمَا زَادَتِ القُوَّةُ الَّتِي تَبْدُلُهَا أَزْدَادَتِ سُرْعَةُ حَرَكَةِ الأَجْسَامِ. اِعْمَلْ مِقْيَاسَ قُوَّةٍ لِتَرَى كَيْفَ يَتِمُّ ذَلِكَ.

١ اسْتَخْدِمِ دَبُوسَ الرَّسْمِ لِتُثَبِّتِ الرِّبَاطَ المَطَاطِيَّ إِلَى أَحَدِ طَرَفِي الخَشْبَةِ. ارْبُطِ الخَيْطَ إِلَى الرِّبَاطِ المَطَاطِيِّ.



٥ أَضْبُطْ مِقْيَاسَ القُوَّةِ بَعْدَ كُلِّ اسْتِعْمَالٍ. أَعِدِ الخَرَزَةَ الكَبِيرَةَ إِلَى الصِّفْرِ. حَاوِلْ أَنْ تَقْيَسَ مِقْدَارَ القُوَّةِ الَّتِي تَحْتَاجُ إِلَيْهَا لِتَحْرِيكَ الجَرَّارِ بِسُرْعَاتٍ مُخْتَلِفَةٍ وَكَذَلِكَ بِأَحْمَالٍ مُخْتَلِفَةٍ.



يُمَرَّرُ الخَيْطُ فِي أَحَدِ البُرْعِيَيْنِ أَوَّلًا، ثُمَّ فِي الخَرَزَةِ الصَّغِيرَةِ فَالكَبِيرَةِ ثُمَّ فِي البُرْعِيِّ الأَخْرَى.

تَمُطُّ القُوَّةُ الرِّبَاطَ المَطَاطِيَّ فَتَدْفَعُ الخَرَزَةَ الصَّغِيرَةَ الخَرَزَةَ الكَبِيرَةَ عَلَى المِقْيَاسِ.



## مَرَّرَ القُرْصَ

يَحْتَاجُ المُنْتَزِلُونَ (المُنْتَزِلُونَ عَلَى الجَلِيدِ) فِي لُغَةِ الهوكي، سَبَبَ ثِقَلِ أَجْسَادِهِمْ، إِلَى قُوَّةٍ كَبِيرَةٍ لَدَفْعِ سِقَانِهِمْ عِنْدَ طَلْبِهِمُ السَّرْعَةَ. عِنْدَمَا يَضْرِبُ المُنْتَزِلُ قُرْصَ الهوكي بِعَصَاهُ يَسْتَخْدِمُ المِقْدَارَ نَفْسَهُ مِنَ القُوَّةِ. القُرْصُ أَحْفَ وَزَنًا مِنَ المُنْتَزِلِ فَيَنْطَلِقُ بِسُرْعَةٍ أَكْبَرَ مِنْ سُرْعَتِهِ.



٤ ارْبُطِ الخَيْطَ إِلَى جَرَّارٍ (ثَرَاكْتور) لُغِيَّةٍ ثَقِيلٍ. شُدِّ الخَشْبَةَ لِتَحْرِيكِ السِّيَّارَةِ. يُرِيكَ مَوْضِعُ الخَرَزَةِ الكَبِيرَةِ عَلَى المِقْيَاسِ مِقْدَارَ القُوَّةِ الَّتِي تَحْتَاجُ إِلَيْهَا.

## ٩٣ اصْنَعِ مِكَشَطَةَ

ما نَحْتَاجُ إِلَيْهِ:



الْجُزءُ الْعُلُويُّ مِنْ قَارورَةٍ پِلَاسْتِيكِيَّةٍ



بالون

كَلِّمًا تَحَرَّكَ جِسمٌ سَعَتِ قُوَّةٌ تُسَمِّيها  
الإِحتِكاكَ إلى إيقافِهِ. يَحْدُثُ الإِحتِكاكَ  
عندما يَحْتَكُ سَطْحانِ أَحَدُهُما بِالآخرِ. إذا  
كان الإِحتِكاكَ أَخْفَ تَحَرَّكَتِ الأَجسامُ بِسُرِّ  
أَكْبَرَ - كما يَحْدُثُ مع هذِهِ المِكَشَطَةِ.

٣ أَقْلَبْتُ عُنُقَ البالونِ لِئَلَّا يَتَسَرَّبَ مِنْهُ  
هَواءٌ. ثَمَّ مَطَّ فَمَهُ فَوْقَ غِطاءِ القارورَةِ.  
دَفَعْتُ بِسِيطَةٍ، فَتَراها تُنزِلُ فَوْقَ الظالِوِلَةِ!

٢ أَقْرَصُ عُنُقَ البالونِ لِيَلَّا يَتَسَرَّبَ مِنْهُ  
هَواءٌ. ثَمَّ مَطَّ فَمَهُ فَوْقَ غِطاءِ القارورَةِ.  
(قَدْ نَحْتَاجُ إلى مُساعِدَةٍ رَفيقِي.)

١ اللهُ اسأَلْ راشِدًا أَنْ يُعِينَكَ في فَتْحِ  
نُقبِ صَغيرٍ في غِطاءِ القارورَةِ. ثَمَّ انْفُخْ  
البالونَ.



الهَواءُ المُتَسَرَّبُ  
يَرْفَعُ أَعلى القارورَةِ  
عَنِ سَطْحِ  
الظالِوِلَةِ مُخَفِّفًا  
الإِحتِكاكَ.



يَتَّبَعِي أَنْ تَكُونَ  
حافَةَ الجُزءِ  
العُلُويِّ  
المَقْصُوصِ مِنَ  
القارورَةِ مُستَوِيَّةً  
تَمَامَ الإِسْتِواءِ.



## ٩٤ إِختِبارُ الإِحتِكاكَ

خَشَبَتانِ



قِدَّةٌ (قِطْعَةٌ)  
خَشَبِيَّةٌ



سِكين



رِسامٌ  
بِدبابيس

قَلَمٌ



مِثْقَلَةٌ

ما نَحْتَاجُ إِلَيْهِ:



مِثْقَلٌ بَرَاغِي



مِفْصَلَةٌ

وَبَرَاغِي

الإِنزلاقُ فَوْقَ سَطْحِ أَمْلَسٍ، كالجَلِيدِ،  
أَسْهَلُ كَثِيرًا مِنَ الإِنزلاقِ فَوْقَ سَطْحِ  
خَشِنٍ. ذَلِكَ أَنَّ السُّطُوحَ الخَشِينَةَ  
تُولِّدُ إِحتِكاكَ أَشَدَّ مِنَ السُّطُوحِ المَلْسَاءِ،  
والإِحتِكاكَ يُبْطِئُ سُرْعَةَ الأَشْياءِ.

رُبْعُ دائِرَةٍ مِنْ سَطُوحِ إِختِبارٍ مِنْ لَبَّادٍ، صَنفَرَةٍ  
وَدَقِّ مَقْوَى (وَدَقِّ رُجاچِ) وَوَدَقِّ مَقْوَى  
٣ ضَعِ قِدَّةَ الخَشَبِ على طَرَفِ سَطْحِ  
الإِختِبارِ. أَمِلِ السُّطْحَ إلى أَنْ تَبْدَأَ القِدَّةُ  
بالإِنزلاقِ. تُرَي الزَّاوِيَةَ مِقْدارَ الإِحتِكاكَ  
الَّذِي يُولِّدُهُ  
السُّطْحُ.

مِسْطَرَّةٌ

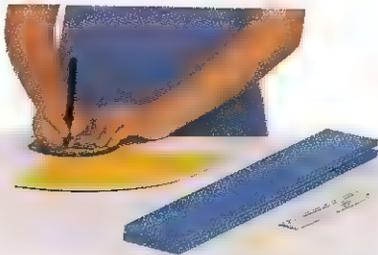
مِسْطَرَّةٌ

٢ ارْسامُ على الوَرَقَةِ المَقْوَاةِ رُبْعِ  
الدَّائِرِيَّةِ، مُسْتَحْدِمًا المِثْقَلَةَ والمِسْطَرَّةَ،  
مِقْيَاسَ زَوايا مُدرِّجًا. نَبِّتْ هَذَا على  
الخَشَبَةِ السُّفْلَى بِدبابيسِ رِسامٍ. رَكِّزْ  
على الخَشَبَةِ العُلْيَا سَطْحَ إِختِبارِ.

١ اللهُ رَكِّبِ المِفْصَلَةَ بَيْنَ الخَشَبَتَيْنِ.  
لِتَكُنْ إِحدى الخَشَبَتَيْنِ في وَضْعِ مُستَوٍ  
والأُخْرَى مائِلَةً.

بِإمْكانِكَ تَخْفِيفُ  
الإِحتِكاكَ بِاسْتِخدامِ  
الرَّزِيَّةِ أوِ  
الماءِ.

كَلِّمًا زادَ  
الإِنجِدازُ  
كانَ  
الإِحتِكاكَ  
أَشَدَّ.



## ٩٥ تَحْرُكُ دَائِرِي

تَحْتَاجُ الْأَشْيَاءَ إِلَى قُوَّةٍ خَاصَّةٍ لِلتَّحْرُكِ مَا تَحْتَاجُ إِلَيْهِ:



مِثْقَبٌ وَلِقْمَةٌ نَقَبٌ



خَيْطٌ مِصْبِصٌ (دَوِيَارَةٌ)



فَلَيْئَةٌ



بَكَرَةٌ  
خَيْوُوطٌ



قِدَّةٌ (قِطْعَةٌ)  
خَشَبِيَّةٌ مَنقُوبَةٌ

دَائِرِيًّا. وَنَحْنُ نُسَمِّيهَا قُوَّةً «جَابِدَةً»  
(دَافِعَةً أَوْ مُنْدَفِعَةً نَحْوَ الْمَرْكَزِ). أَنْظُرْ  
كَيْفَ تَجْعَلُ هَذِهِ الْقُوَّةَ جِسْمًا يَسْتَمِرُّ فِي  
حَرَكَةٍ دَائِرِيَّةٍ بَدَلًا مِنْ أَنْ يَنْطَلِقَ طَائِرًا.

٣ إِمْسِكْ بَكَرَةَ الْخَيْوُوطِ. حَرِّكْهَا بِحَيْثُ  
تَدُورُ الْفَلَيْئَةُ مُدَوِّمَةً. تَرْتَفِعُ قِدَّةُ الْخَشَبِ  
مَعَ دَوْرَانِ الْفَلَيْئَةِ حَوْلَ الْبَكَرَةِ.

٢ أُرْبِطِ الطَّرْفَ الْآخَرَ مِنَ الْخَيْطِ إِلَى  
قِدَّةِ الْخَشَبِ. تَأْكُدْ أَنَّ الْخَيْطَ يَتَحْرُكُ  
بِسُهولةٍ دَاخِلَ بَكَرَةِ الْخَيْوُوطِ، وَأَنَّ الْعُمْدَةَ  
تَمْنَعُ الْفَلَيْئَةَ مِنَ الْإِنْفِلَاتِ مِنَ الْخَيْطِ.

١ اُنْقَبْ وَسَطَ الْفَلَيْئَةِ بِمِثْقَبٍ. اِعْقِدْ  
فِي أَحَدِ طَرَفِي الْخَيْطِ عَقْدَةً كَبِيرَةً،  
وَأَدْخِلِ الطَّرْفَ الْآخَرَ فِي الْفَلَيْئَةِ وَبَكَرَةِ  
الْخَيْوُوطِ.



الْفَلَيْئَةُ تَسْعَى إِلَى أَنْ  
تَطِيرَ نَحْوَ الْخَارِجِ.

وَزْنُ الْقِدَّةِ يُعَبِّئُ  
الْفَلَيْئَةَ. إِنَّ هَذَا  
الْوِزْنَ هُوَ الْقُوَّةُ  
الْجَابِدَةُ.



## ٩٦ شَغْلُ التُّرْسِ

مَا تَحْتَاجُ إِلَيْهِ:



وَرَقَةٌ مَقْوَاةٌ  
صَنْفَرَةٌ  
سَمِيكَةٌ  
أَعْطِيَّةٌ مَرْتَبَانَاتٍ  
بِأَحْجَامٍ مُخْتَلِفَةٍ  
(وَرَقٌ رُجَاجٌ)

مِسْمَارَانِ  
غِرَاءٌ  
بَكَرَاتُ  
خَيْوُوطٌ

التُّرْسُ أَرْوَاجٌ مِنَ الْعَجَلَاتِ مُتَّصِلَةٌ بِحَيْثُ يُدِيرُ  
أَحَدُهَا الْآخَرَ. التُّرْسُ الْمُخْتَلِفَةُ الْحَجْمِ تَدُورُ  
بِسُرْعَاتٍ مُخْتَلِفَةٍ، مِمَّا يُمَكِّنُ الْمِكْنَاتِ مِنْ  
تَغْيِيرِ سُرْعَتِهَا. جَرِّبْ أَنْ تَصْنَعَ بِنَفْسِكَ تُرْسًا.



٣ رَكِّزْ عَلَى كُلِّ مِنَ الْمِسْمَارَيْنِ عَجَلَةً  
مُخْتَلِفَةً حَجْمًا، بِحَيْثُ تَتَمَاسَانُ.  
دَوِّرْهُمَا، مُسْتَحْدِمًا بَكَرَةَ مَسْكَةً.

٢ اِعْرِزْ فِي الْوَرَقَةِ الْمَقْوَاةِ مِسْمَارَيْنِ.  
هَذَانِ مِحْوَرَانِ لِعَجَلَتَيْ التُّرْسِ.

١ غَرِّ شِقَقَ صَنْفَرَةٍ حَوْلَ حَوَافِ  
الْأَعْطِيَّةِ. أَلصِقِ الْبَكَرَاتِ إِلَى الْأَعْطِيَّةِ،  
كَمَا تُرَى الصُّورَةَ.

# ٩٧ اصْنَع مَكِينَةَ آلِيَّة

ما نَحْتَاكُ إِلَيْهِ:

رُقْعَةٌ وَرَقٍ مَقْوَى كَبِيرَةٌ  
وَأُخْرَى صَغِيرَةٌ  
كُلُّ (بَلِي)

عَلْبَتَا كَرْتُونٍ  
قَصِيرَتَانِ  
مَعْجُونُ تَشْكِيلٍ

عَلْبَةُ كَرْتُونٍ  
طَوِيلَةٌ  
شَرِيْطٌ لاصِقٌ

غِرَاءٌ

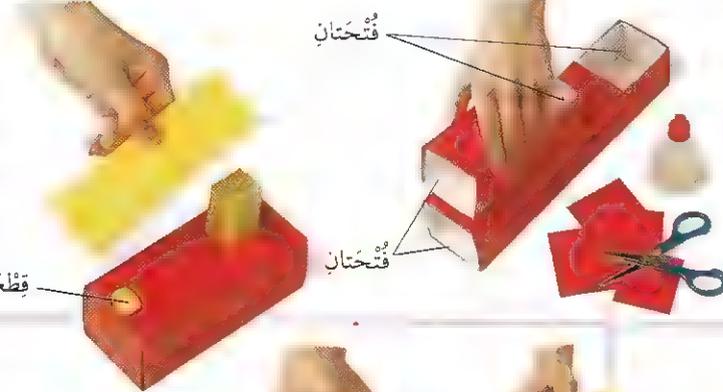
عُودُ كِبَابٍ  
مَقْصٌ

قَشَّةُ شُرْبٍ (شَقَاطَةٌ)

المَكِينَاتُ فِي العَادَةِ يَلْزِمُهَا مَنْ يُدِيرُهَا لِتَعْمَلَ بِانْتِظَامٍ. لَكِنْ مِنَ المَكِينَاتِ مَا لَا يَلْزِمُهُ مَنْ يُدَاوِمُ عَلَى العَمَلِ عَلَيْهِ. هَذِهِ المَكِينَةُ الِآلِيَّةُ (الْأُتُومَاتِيكِيَّةُ) تَفْرُزُ وَحَدَّهَا الكُلَّلَ (البَلِي) الكَبِيرَةَ مِنَ الصَّغِيرَةِ.

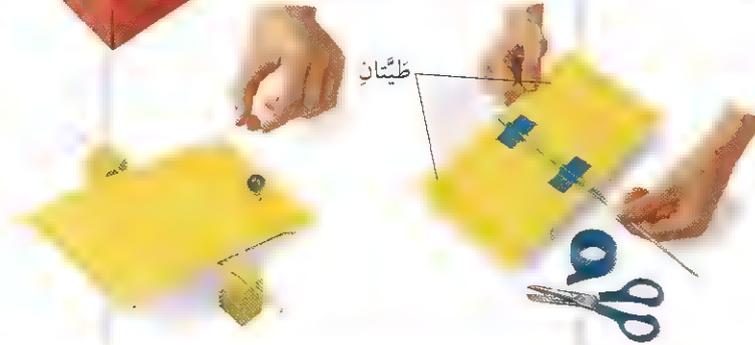
١ قَصِّ فَتْحًا فِي العَلْبَةِ الطَوِيلَةِ وَفِي إِحْدَى العَلْبَتَيْنِ الصَّغِيرَتَيْنِ. ثَرِيكَ الصُّورَةَ مَوَاضِعَ الفَتْحِ. عَرِّ العَلْبَةَ القَصِيرَةَ فَوْقَ أَعْلَى العَلْبَةِ الطَوِيلَةِ.

٢ إِطْوِ رُقْعَةَ الوَرَقِ المَقْوَى الصَّغِيرَةَ طَوِيلِيًّا لَعْمَلِ مَسْقَطٍ. اسْتَخْدِمِ قِطْعًا صَغِيرَةً مِنْ مَعْجُونِ التَّشْكِيلِ لِتَثْبِيْتِ المَسْقَطِ فَوْقَ العَلْبَةِ الصَّغِيرَةِ الأُخْرَى. قِطْعَةً صَغِيرَةً مِنْ مَعْجُونِ التَّشْكِيلِ



٤ ثَبَّتْ كَلَّتَيْنِ صَغِيرَتَيْنِ فِي إِحْدَى القَنَايْنِ بِوِاسِطَةِ مَعْجُونِ تَشْكِيلٍ. رَكِّزْ عُودَ الكِبَابِ عَلَى لُقْمَتَيْنِ مِنْ مَعْجُونِ تَشْكِيلٍ بِحَيْثُ يَمَسُّ الجَانِبَ المُنْقَلِبُ وَجْهَ الطَّاوِلَةِ.

٣ إِعْمَلْ قَنَايْنِ فِي رُقْعَةِ الوَرَقِ المَقْوَى الكَبِيرَةِ بِطَيِّ الجَانِبَيْنِ. أَلْصِقْ إِلَى أَسْفَلِ الرُّقْعَةِ قَشَّةَ شُرْبٍ. أَدْخِلْ عُودَ الكِبَابِ فِيهَا.



الكُلُّ الكَبِيرَةُ مِنَ الثَّقَلِ بِحَيْثُ تُمِيلُ الرُقْعَةُ. أَمَّا الكُلُّ الصَّغِيرَةُ فَلَا تُمِيلُهَا.

كَلَّتَانِ صَغِيرَتَانِ

كُلَّةٌ كَبِيرَةٌ



٥ صُنِّفِ العَلَبَ

والمَسْقَطَ وَالرُقْعَةَ، كَمَا تَرَى فِي الصُّورَةِ. دَخِّرْ فِي المَسْقَطِ كُلَّةً صَغِيرَةً.

٦ دَخِّرْ كُلَّةً كَبِيرَةً فِي المَسْقَطِ. تَمِيلُ الرُقْعَةُ نَزُولًا، وَتَنْجِ الكُلَّةُ إِلَى العَلْبَةِ السُّفْلَى.



مَكِينَاتُ بَرِيدٍ

تَمُرُّ الرِّسَالُ وَالطَّرُودُ فِي مَكِينَاتِ فَرْزِ آلِيَّةٍ. وَهَذِهِ تَلْتَقِطُ الرُّمُوزَ البَرِيدِيَّةَ المُثَبَّتَةَ عَلَى الرِّسَالِ وَالطَّرُودِ، فَتَفْرِزُهَا مُوزَّعَةً إِتَاهَا فِي صِنَادِيْقٍ بِحَسَبِ الأَمَاكِينِ المُرْسَلَةِ إِلَيْهَا.

# ٩٨ اصْنَع مِرْوَحَةَ

إِبْتَرِدْ بِمِرْوَحَةِ يَدَوِيَّةٍ . تَسْتَخْدِمُ هَذِهِ الْمَكِينَةَ سَيَّرًا يَعْمَلُ عَمَلَ ثُرْسٍ مُسَنَّ . إِنَّهُ يَجْعَلُ الْمِرْوَحَةَ تَدُورُ بِسُرْعَةٍ أَكْبَرَ مِنْ تِلْكَ الَّتِي تُدِيرُ بِهَا الْمَسَكَّةَ لِتَشْغِيلِهَا . لِلْعَدِيدِ مِنَ الْمَكِينَاتِ أَجْزَاءٍ كَهَذِهِ تَدُورُ وَتَعْمَلُ مَعًا بِسُرْعَاتٍ مُخْتَلِفَةٍ .

ما نَحْتَاجُ إِلَيْهِ:



عود خَشَبِيّ

غِطَاءُ مَرْتَطَبَانِ

(بَرَطْمَانِ)



رَفِيعٌ

مِسْمَارٌ



رِبَاطٌ مَطَّاطِيٌّ



رُفْعَةٌ پِلَاسْتِيكٌ صَلْبٌ

سِكِّينٌ



مِطْرَقَةٌ



دَبُوسُ رَسْمٍ

لَاقِطُ وَرَقٍ



مِقْصٌ



عَلْبَةٌ

١ ثَبَّتْ فِي غِطَاءِ الْمَرْتَطَبَانِ فِلَيْتَةً مُسْتَخْدِمًا دَبُوسَ رَسْمٍ . هَذِهِ هِيَ مَسَكَةُ مِرْوَحَتِكَ .

١ اسْأَلْ رَاشِدًا أَنْ يَتَّقِبَ ثَقْبَيْنِ

فِي وَجْهِ الْعَلْبَةِ ، وَثَقْبًا فِي ظَهْرِهَا مُقَابِلَ

أَحَدِ ثَقْبَيْ الْوَجْهِ . اسْأَلِ الرَّاشِدَ أَيْضًا أَنْ

يَتَّقِبَ ثَقْبَيْنِ فِي غِطَاءِ الْمَرْتَطَبَانِ

مُسْتَخْدِمًا الْمِسْمَارَ .



لِيَكُنِ الثَّقْبَانِ عَلَى

بُعْدِ ٥ سَمٍ مِنْ أَعْلَى

الْعَلْبَةِ وَأَسْفَلِهَا .



لِيَكُنْ أَحَدُ الثَّقْبَيْنِ فِي

وَسْطِ الْغِطَاءِ وَالْآخَرُ

قَرِيبًا مِنْ حَافَتِهِ .

أَدْخُلْ لَاقِطَ الْوَرَقِ فِي غِطَاءِ

الْمَرْتَطَبَانِ وَفِي ثَقْبِ الْعَلْبَةِ الثَّانِي .

يَتَّبِعِي أَنْ تَدُورَ الْمَسَكَةُ بِيُسْرٍ .



٣ صِلِ الْمَسَكَةَ

بِالْعَلْبَةِ بِوَاسِطَةِ

لَاقِطِ الْوَرَقِ .

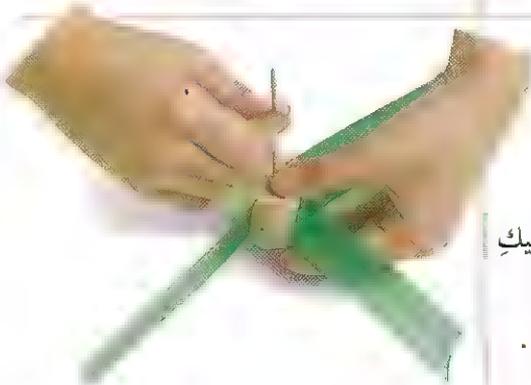
لِيَكُنِ الْحَزْرُ

مُنْحَرَفَةً .

٤ اسْأَلْ رَاشِدًا أَنْ يَشُقَّ فِي فِلَيْتَةٍ

أُخْرَى أَرْبَعَ حَزْرٍ بِأَبْعَادٍ مُتَسَاوِيَةٍ . عِنْدَكَ

الآنَ فِلَيْتَتَانِ .



٦ دَخِّلْ شِقْقَ الْپِلَاسْتِيكِ

فِي الْحَزْرِ ، وَدَخِّلْ أَحَدَ

ظَرْفَيْ الْعُودِ فِي الْفِلَيْتَةِ .



٥ قُصِّ مِنَ

الْپِلَاسْتِيكِ أَرْبَعَ

شِقَقٍ طَوِيلَةٍ .

إِجْعَلْهَا فِي

عَرَضِ حَزْرٍ

الْفِلَيْتَةِ .

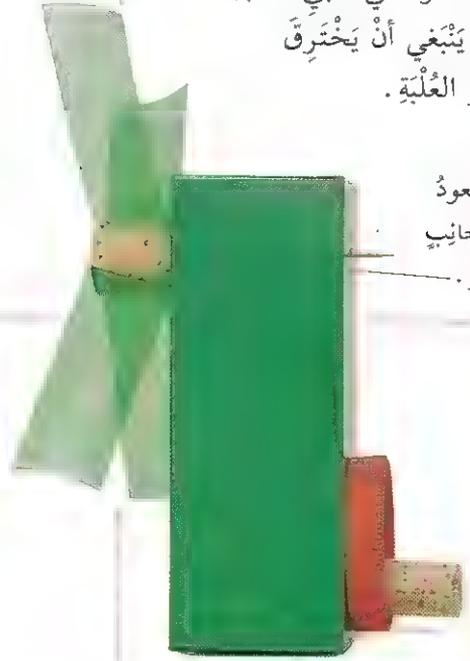
٨ اِكْسِ الْفَلَيْتَةَ الثَّالِثَةَ فِي طَرَفِ الْعُودِ  
الْبَارِزِ مِنَ الْعُلْبَةِ. لُفَّ الرِّبَاطَ الْمَطَّاطِيَّ  
حَوْلَ هَذِهِ الْفَلَيْتَةِ وَالْمَسَكَةِ. مِرْوَحَتُكَ  
الآنَ جاهِزَةٌ.



الرِّبَاطُ الْمَطَّاطِيُّ  
سَيَرُ يَصِلُ بَيْنَ  
عَجَلَتَيْنِ - الْغِطَاءِ  
وَالْفَلَيْتَةِ.

يَتَّبَعِي أَنْ يَكُونَ الرِّبَاطُ  
الْمَطَّاطِيُّ مُنَاسِبًا فَلَا  
يَمُطُّ كَثِيرًا.

٧ دَخَلَ الْعُودَ فِي ثَقْبِ الْعُلْبَةِ  
الْآخَرِينَ. يَتَّبَعِي أَنْ يَخْتَرِقَ  
الْعُودُ ظَهْرَ الْعُلْبَةِ.



لِيَخْتَرِقَ الْعُودُ  
الْعُلْبَةَ مِنْ جَانِبِ  
إِلَى آخَرَ.

٩ دَوِّرْ مَسَكَةَ الْمِرْوَحَةِ، فَتُدَوِّمُ شَفْرَاتُ  
الْمِرْوَحَةِ دَافِعَةً الْهَوَاءَ إِلَى الْأَمَامِ.

الشَّفْرَاتُ أَسْرَعُ  
دَوْرَانًا مِنَ الْمَسَكَةِ.



غِطَاءُ الْمَرْطَبَانِ عَجَلَةَ  
أَكْبَرَ مِنَ الْفَلَيْتَةِ. وَهَذَا  
يَجْعَلُ الْفَلَيْتَةَ أَسْرَعُ  
دَوْرَانًا مِنَ الْغِطَاءِ.

رَاكِبٌ سَرِيعٌ  
إِنَّ سِلْسِلَةَ الدَّرَاجَةِ سَيَرُ يَجْعَلُ الْعَجَلَةَ  
الْخَلْفِيَّةَ أَسْرَعُ دَوْرَانًا مِنَ الدَّوَّاسْتَيْنِ.  
عِنْدَمَا تُعَيَّرُ الثَّرَسُ تَنْتَقِلُ السِّلْسِلَةُ مِنْ  
إِحْدَى عَجَلَاتِ الثَّرَسِ إِلَى أُخْرَى. إِنَّ  
حَجْمَ عَجَلَاتِ الثَّرَسِ يُؤَثِّرُ فِي سُرْعَةِ  
دَوْرَانِ الْعَجَلَةِ الْخَلْفِيَّةِ. فَالْعَجَلَاتُ  
الْأَكْبَرُ تَجْعَلُ  
الدَّرَاجَةَ تَنْطَلِقُ  
بِسُرْعَةٍ أَكْبَرَ.





## ٨ دَخَلَ القَمْعَ فِي

أَحَدِ ظَرْفِي الأَنْبُوبِ

البِلاَسْتِيكِيِّ . لَفَّ شَرِيظًا

لأَصِقًا حَوْلَ القَمْعِ والأَنْبُوبِ

لرَبْطِهِمَا رِبْطًا وَثِيْقًا .



أَطْلُبُ مِنْ رَفِيْقِي  
أَنْ يَصُبَّ فِي  
القَمْعِ مَاءً :



## ٩ رَكَزِ القَارُورَةَ فِي الصَّخْنِ . أَنْزِلِ

الأَنْبُوبَ فِي عُنُقِ القَارُورَةِ . صَبَّ فِي

القَمْعِ مَاءً ، فَيَدُورُ دَوْلَابُ المَاءِ .



إمْسِكِ القَمْعَ  
والأَنْبُوبَ .

وَجِّهْ سَيْلَ المَاءِ

بِحَيْثُ يُصِيبُ

شَفْرَاتِ الدَوْلَابِ .

يَكُونُ المَاءُ أَسْرَعَ  
لأَنَّ المَسَافَةَ الَّتِي  
يُنْحَلِرُهَا أَطْوَلُ .



فِي مَحْطَاتِ تُولِيدِ القُدْرَةِ  
الكَهْرَبَائِيَّةِ بالقُوَّةِ المَائِيَّةِ ،  
يُدَوِّرُ مَاءُ السَّدِّ شَفْرَاتِ التُّرْبِينِ  
(العَنَقَةِ) بالطَّرِيقَةِ نَفْسِهَا الَّتِي  
يَعْمَلُ بِهَا دَوْلَابُ المَاءِ هَذَا .  
وَيُسْعَلُ التُّرْبِينُ مُوَلَّدًا  
يُنْتِجُ الكَهْرَبَاءَ .



## ١٠ إِرْفَعِ القَمْعَ عَالِيًّا ، تَزْدَادُ سُرْعَةُ

المَاءِ السَّاقِطِ عَلَى شَفْرَاتِ الدَوْلَابِ

فَتَزْدَادُ بِالتَّالِي سُرْعَتُهُ .



## طَاقَةُ هَوَائِيَّةٍ

هَذِهِ طَوَاحِينُ هَوَائِيَّةٍ أَوْ تُرْبِينَاتِ (عَنَقَاتِ)

هَوَائِيَّةٍ . إِنِّهَا تَعْمَلُ بِطَرِيقَةِ دَوْلَابِ المَاءِ

نَفْسِهَا ، لَكِنْ يُسْعَلُهَا الهَوَاءُ لَا المَاءَ .

فَالهَوَاءُ يُدَوِّرُ أَذْرُعَ شَفْرَاتِ الطَّاحُونَةِ ،

وَهَذِهِ تُسْعَلُ مُوَلَّدًا فِي كُلِّ تُرْبِينٍ لِتُولِيدِ

الكَهْرَبَاءِ .

# ١٠٠ ماء يَرْفَعُ الأَحْمَال

إِزْفَعْ حِمْلًا ثَقِيلًا - مُسْتَعِينًا بِقَلِيلٍ مِنَ المَاءِ! ما نَحْتاجُ إليه:



يُسَمَّى اسْتِخْدَامُ المَاءِ على هذا النَحْوِ «هيدروليكيًا» (خاصًّا بحركة الماء).  
تَعْمَلُ بالهيدروليكيّة مَكِنَاتُ بِالِغَةِ القُوَّةُ تَرْفَعُ الأَشْيَاءَ وتَدْفَعُها وتَكْبِسُها. إنَّها تَزِيدُ القُوَّةَ التي تُولِّدُها تلك المَكِنَاتُ زيادَةً عَظِيمَةً.



١ دَخَلْ عُنُقَ البالونِ في أَحَدِ طَرَفِي الأنبوبِ. اِخْتِمِمْه خَتْمًا ضابِطًا بِشَريطِ لاصِقِ.

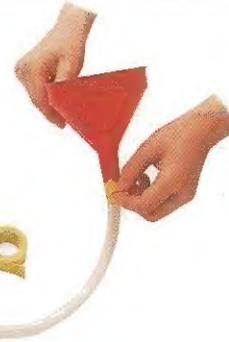
٢ قُصَّ أَعلى القارورةِ. اُنْقُبْ جَانِبًا مِنْهَا قَرِيبًا مِنْ قاعِديها.



٣ دَخَلِ البالونَ عَبْرَ ثَقْبِ القارورةِ الجانِبِيِّ.



٤ أَلصِقِ القِمْعَ بِأَحكامٍ إلى الطَّرَفِ الأَخْرَ مِنْ الأنبوبِ، كما تُري الصُّورَةُ.



٥ رَكِّزِ العُلبَةَ داخلَ القارورةِ فَوْقَ البالونِ. ثَمَّ ضَعِ الكِتابَ الثَّقِيلَ على القارورةِ.

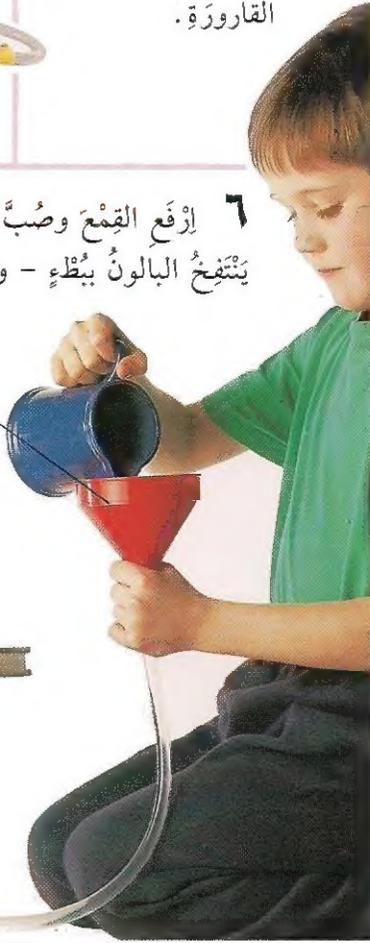
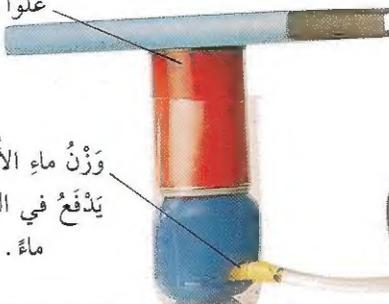


٦ إِزْفَعِ القِمْعَ وَصَبْ فِيهِ شَيْئًا مِنَ المَاءِ. يَتَنَفَّخُ البالونُ بِبُطءٍ - وَيَرْفَعُ الكِتابَ الثَّقِيلَ!

إِزْفَعِ القِمْعَ فَوْقَ مُسْتَوَى الكِتابِ.

يُولِّدُ البالونُ المُتَنَفِّخُ ما يَكْفِي مِنَ الضَّغْطِ لَدَفْعِ الكِتابِ الثَّقِيلِ عُلُوًّا.

وَزْنُ ماءِ الأنبوبِ يَدْفَعُ في البالونِ ماءً.



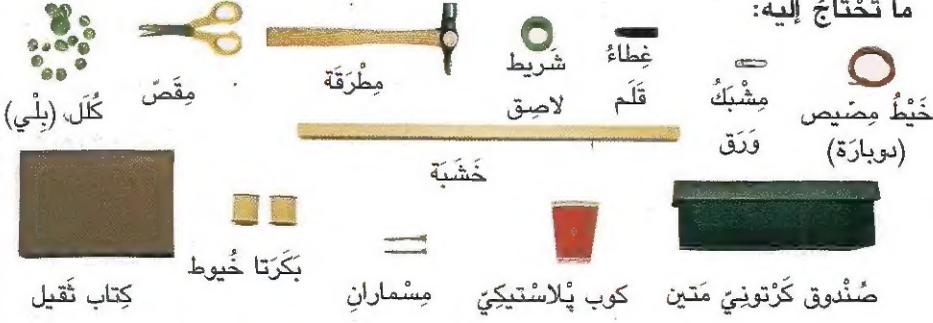
## حَقَّارَةٌ ضَخْمَةٌ

الحَقَّارَاتُ الضَخْمَةُ، كهذه الحَقَّارَةُ التي تَراها في الصُّورَةِ، هيدروليكيّةٌ. يُصَنَعُ السَّائِلُ عَبْرَ أَنابيبِ إلى أُسْطواناتٍ حَيْثُ يَدْفَعُ مَكابِسُها بِقُوَّةٍ هائلةٍ. وهذه تَدْفَعُ قَلابًا مُسَنَّاتًا في الأَرْضِ لِيُخْرَجَ مُحْمَلًا بِجَمَلٍ ثَقِيلٍ مِنَ التُّرْبَةِ.



# ١٠١ ابن مِرْفَاعًا

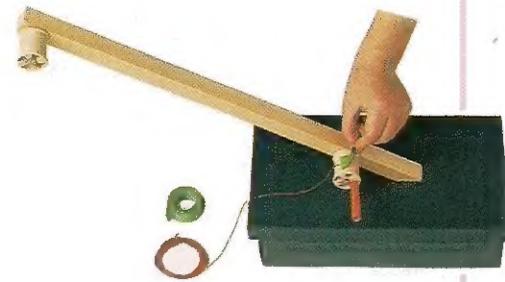
ما نَحْتَاجُ إِلَيْهِ:



يَسْتَطِيعُ المِرْفَاعُ (الوَشْ) أَنْ يَرْفَعَ جِمْلًا ثَقِيلًا عَالِيًا فِي الهَوَاءِ. إِنَّ لَهُ بَكْرَةً لِتَوَلِيدِ قُوَّةٍ رَافِعَةٍ، كَمَا إِنَّ لَهُ «ثِقْلًا مُوَازِنًا» يَمْنَعُهُ مِنَ الإِنْقِلَابِ فِي أَثْنَاءِ رَفْعِهِ وَرَظْنَا ثَقِيلًا.



١ سَمِّرْ بَكْرَةً، عَبْرَ فُتْحَتِهَا، فِي أَحَدِ طَرَفِي الخَشْبَةِ، وَسَمِّرْ أُخْرَى قُرْبَ طَرَفِ الخَشْبَةِ الأُخْرَى. تَأَكَّدْ أَنَّ البَكْرَتَيْنِ تَدُورَانِ بِسُهولةٍ.



٢ شَقِّ شُقَّ فُتْحَةً فِي الصُّنْدُوقِ، وَأَدْخِلْ فِيهَا الخَشْبَةَ بِحَيْثُ تَرْتَفِعُ مَائِلَةً.



٣ قُصِّ قِطْعَةً قَصِيرَةً مِنَ الخَيْطِ. أَلصِقْهَا إِلَى الكُوبِ لَعَمَلِ مَسَكَةٍ.



٤ دَخَّلْ غِطَاءَ القَلَمِ فِي بَكْرَةِ الخَيْطِ السُّفْلَى. أَلصِقْ طَرَفًا مِمَّا تَبَقِيَ مِنَ الخَيْطِ إِلَى هَذِهِ البَكْرَةِ.

٥ مَرِّرِ الخَيْطَ حَوْلَ البَكْرَةِ العُلْيَا. ائْمِسِكْ طَرَفَ الخَيْطِ بِبَنَاتٍ وَابْرُمِ البَكْرَةَ السُّفْلَى لِتَلْفَتَ عَلَيْهَا الخَيْطَ.



٦ ائْمِسِكْ طَرَفَ الخَيْطِ بِبَنَاتٍ وَابْرُمِ البَكْرَةَ السُّفْلَى لِتَلْفَتَ عَلَيْهَا الخَيْطَ.

٧ ضَعِ الكِتَابَ عَلَى الصُّنْدُوقِ. ائْمَلْ الكُوبَ بِالكُلَلِ وَاشْبِكْهُ بِالمِرْفَاعِ. ائْبْرُمِ المَسَكَةَ لَرَفْعِ جِمْلِ الكُلَلِ. يُشَكِّلُ الكِتَابُ ثِقْلًا مُوَازِنًا يَمْنَعُ انْقِلَابَ المِرْفَاعِ بِفِعْلِ وَرَظْنِ الجِمْلِ.

## مَسْرَد (كَشَاف)

أ

احتكاك ١١١  
أذن ٧١، ٦٧  
أزاز ٩٤ - ٩٥  
أزهار ٥٨، ٢٧  
أشجار ٦١، ٥٨  
أشعة الضوء ٣٦، ٣٧، ٤٠، ٤١، ٤٦  
أشعة فوق بنفسجية ٤٥  
إعصار ١٥  
أكسجين ٦، ٩، ٣٣، ٥٩، ٦٢  
ألوان ٤٨ - ٥٧  
- فصل ٥١  
- مزج ٥٢  
أمواج ١٦  
انكسار الضوء ٤١  
اهتزازات ٧٥  
أوراق شجر ٢٧، ٥٨، ٦٣

ب

بارد ٢٨  
بانجو ٨٤ - ٨٥  
برق ٧٩، ٩٧، ٩٩  
- مانعة صواعق ٩٩  
بركان ١١

- تحت الماء ٢٠  
بريسكوب ٣٨ - ٣٩  
بزور ٥٩، ٥٨  
بصر ٦٦  
بطارية ١٠٥  
بوصله ٨٦، ٩٢  
بوق ٨٣

ت

ثروس ١١٢، ١١٤ - ١١٥  
تلفون ٧٧، ٩٥  
تمثيل صوتي ٦٢  
توتر السطح ٢٦

ث

ثاني أكسيد الكربون ١٠  
ثلج ١٦، ٣٤  
ثياب ٢٨، ٥٨

ج

جزيئات ٢٣  
جناح ١٢  
جيتار ٨٥  
جياتي ٣٥

ح

حبر غير مرئي ٥٥  
حجر المغنطيس ٨٦  
حديقة داخلية ٦٤ - ٦٥

حرارة ٢٨، ٣١، ٣٦

- خزّن ٣٢

حركة ١٠٨ - ١١٩

حمل، تصعد ٣٠

حُمم ١١

حَمَات ٢٠

حواس ٦٦، ٧٣

خ

خضّر ٥٨

خلايا ٥٨

د

دارة كهربائية ١٠٢ - ١٠٣

درجة حرارة ٢٨، ٢٩

دقيقة ٦٥

دوّارة ربح ١٤، ١٥

ذ

ذوق ٦٦، ٧١

ر

رجال الإطفاء ٣٣

رعد ٧٩

روبط ١٠٨

ريح ١٤، ١٥

ري ٥٩

ز

زيلوفون ٨٢

س

ساخن ٢٨

سحب ١٦

سمع ٦٦

سوائل ١٦ - ٢٥

- سبلان ٢٢

- مزج ٢٢

سيارة سباق ٩

ش

شحنة كهربائية ١٠٠

شمس ٢٨، ٣٦، ٣٧، ٤٨، ٥٠، ٤٩

شم ٦٦

شوكة (ذلاة) جليدية ٣٥

ص

صوت ٦٧، ٧١، ٧٤ - ٨٥

- سرعة ٧٤

- موجات ٧٥، ٧٦، ٧٨، ٧٩

أصوّر ٤٦، ٤٧

ض

ضغط الهواء ٧

ضوء ٣٦ - ٤٧، ٤٨، ٤٩، ٥٣، ٦١

ضوء الشمس ٥٨، ٦٢، ٦٥

ط

طائرة ١٢، ١٣

طبخ ٥٦ - ٥٧

طبول ٨٠ - ٨١

ظفّر ١٧، ١٨، ٢١

ظلاء ٥١

ظلم ظم (ظبل) ٨٠ - ٨١

ظ

ظلال ٣٧

ع

عدسات ٤٦، ٤٧

عيون ٦٨، ٦٩، ٧٠

غ

غازات ٦ - ١٥

غرق ١٧، ٢١

غروب الشمس ٥٠

غَوَاص ١٩

غَوَاصَات ١٩، ٣٩

ف

فوق سمعي ٧٤

ق

قارورة خوائية ٣٢

قوس قزح ٤٨، ٤٩

قوة ١٠٨، ١٠٩، ١١٠

- جايزة ١١٢

- مقياس ١١٠

قياس كمّية المطر ٢٤

ك

كاميرا ٣٦، ٤٦

كثافة ٢١

كلوروفيل (يخضور) ٦٣

كليدوسكوب (مشكال) ٤٠ - ٤١

كهرباء ٩٦، ١٠٧

- تيار ٩٦، ١٠٢

- ساكنة (إستاتيّة) ٩٦، ٩٧، ٩٨، ٩٩

ل

لزوجة ٢٢

لسان ٧١

لمبة ٤٣

لَمَس ٦٦، ٧٢

لَهَب ٢٨

م

ماء ١٦ - ٢٥، ٢٧، ٥٨، ٥٩، ١١٨

متزلدون ٣٤، ١١٠

مجال (حقل) مغنطيسي ٩٠

مجالات كهربائية ٩٨

محركات كهربائية ٨٦، ٩٦، ٧٠

محركات نفّاثة ١٣

محطات توليد الطاقة ٩٦

محطة توليد القدرة الكهربائيّة

بالقوة المائية ٩٦

مرفاع ٩٣، ١١٩

مروحة ١١٤ - ١١٥

مِرْمار ٨٢

مِرْولة شمسيّة ٣٧

مستدس صوتي ٧٦

مصباح يدوي ٤٢ - ٤٣

مطر ١٦، ٢٤، ٤٨، ٤٩

معادن ٢٣، ٢٥

مغانظ ٨٦ - ٩٥

مغنطيس كهربائي ٩٣، ٩٤ - ٩٥

مقياس سرعة الرياح ١٥

مقياس مطر ٢٤

مكتاف سوائل ٢١

مكناات ٨٦، ٩٦، ١٠٨ - ١١٩

مكثف فزّر ١١٣

مُتْطاد الهواء الساخن ٣١

موادّ حامضيّة ٥٤

موادّ قلوئيّة ٥٤

موسيقى ٧٤ - ٨٥

مُوصّلات

- حراريّة ٣٠

- كهربائيّة ١٠٤

ميزان حرارة ٢٨، ٢٩

ميكروسكوب ٣٦

ن

نار ٢٨، ٣٣

ناعورة ١١٦

نباتات ٢٧، ٥٨، ٥٩، ٦٠، ٦١، ٦٢، ٦٣

نتروجين ٦، ٩، ٣٨

نُدْف الثلج ١٦

نُشا ٥٥، ٦٣

نمّو ٥٨، ٦٥

ه

هواء ٦ - ١٥، ٣١، ٥٨، ١١٧

هوابط وصواعد ٢٣، ٢٥

هَيَار ٧٦

هيدروليكيّة ١١٨

ي

يود ٥٥، ٦٣

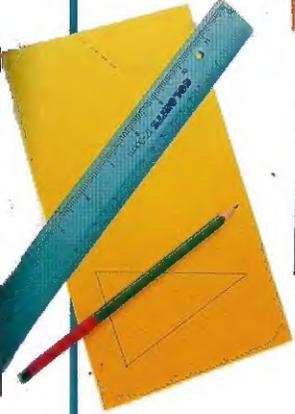
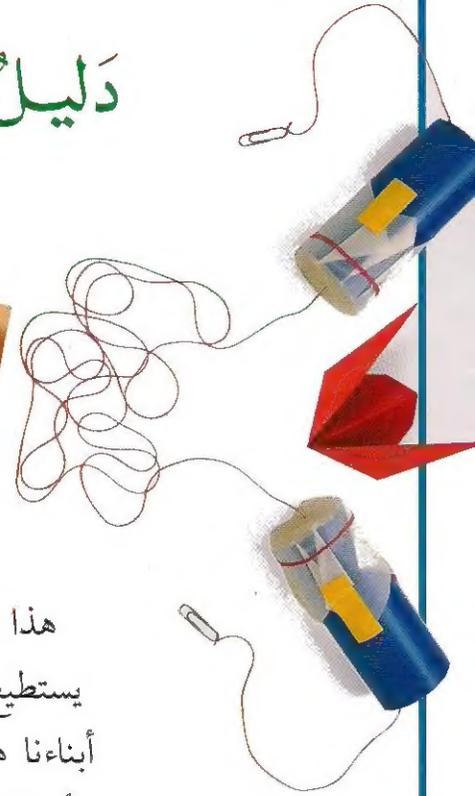
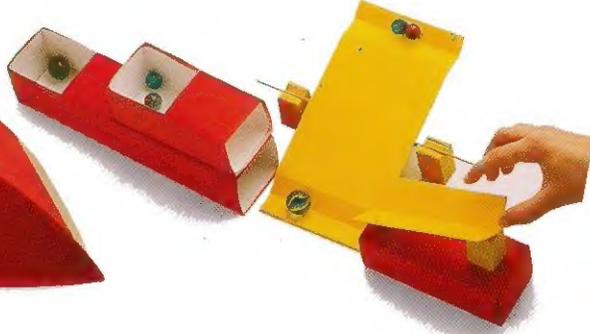
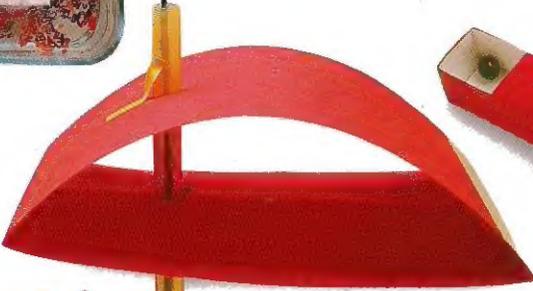




التجارب الأساسية الميسرة

# العلوم

دليل الخطوة خطوة إلى مئة تجربة وتجربة



هذا الكتاب يجعل من التجارب العلمية عملية مسلية وآمنة يستطيع أبناؤنا أن يقوموا بها في بيوتهم ومدارسهم بيسر. تُري أبنائنا هنا كيف يستعملون أشياء يألّفونها لاكتشاف مبادئ العلوم الأساسية وفهم كيف تنطبق هذه المبادئ على العالم من حولهم. هكذا، إذا شاء أحد أبنائنا أن يجعل بُركانًا يتفجّر، أو أن يرى من وراء جدار، أو أن يبني مغنطيسًا كهربائيًا، أو أن يعرف كيف تعمل عيناه، فهذا الكتاب يحقق له هدفه.

ISBN 978-9953-86-459-4



9 789953 864594

101 GREAT SCIENCE EXPERIMENTS  
(ARABIC) BUTTERFLY BOOKS

مكتبة لبنان ناشرون

